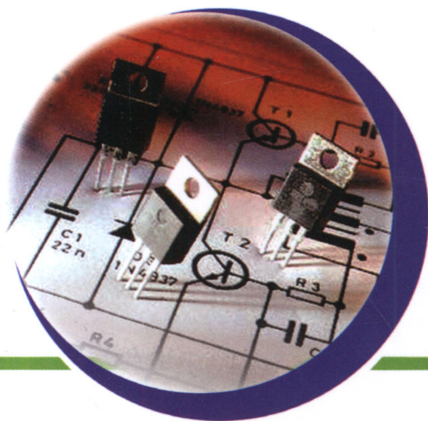
电子实用电路300例

DIANZI SHIYONG DIANLU 300LI

王俊峰 等编著







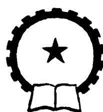
机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

电子实用电路 300 例

王俊峰　等编著



机 械 工 业 出 版 社

本书共14章，包括电源电子电路、电子仪表电路、电子测量电路、电子遥控电路、电子节能电路、电子控制电路、电子定时电路、电子报警电路、广告显示电路、除害保健电路、环境美化电路、工业电子电路、建筑装修电路、脑筋急转弯电路。

本书除坚持实用性外，还突出新颖性、技巧性、趣味性和可操作性。

本书可供电子技术从业人员、电子技术爱好者学习使用。

图书在版编目（CIP）数据

电子实用电路300例/王俊峰等编著. —北京：机械工业出版社，2010.7（2011.10重印）

ISBN 978-7-111-31250-5

Ⅰ. ①电… Ⅱ. ①王… Ⅲ. ①电子电路-基本知识 Ⅳ. ①TN710

中国版本图书馆CIP数据核字（2010）第130697号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）
策划编辑：张俊红 责任编辑：赵玲丽 版式设计：霍永明
责任校对：张 媛 封面设计：张 静 责任印制：李 妍
北京富生印刷厂印刷
2011年10月第1版第2次印刷
140mm×203mm · 9印张 · 239千字
4001—6000册
标准书号：ISBN 978-7-111-31250-5
定价：19.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务
社服务中心：（010）88361066
销 售 一 部：（010）68326294
销 售 二 部：（010）88379649
读者服务部：（010）68993821

网络服务
门户网：http://www.cmpbook.com
教材网：http://www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

前　　言

本书是《电工实用电路300例》的姊妹篇，是它的继续和拓展。本书以贴近生活、贴近实际为宗旨，为成为广大电子爱好者生活上的好帮手，工作上的好助手而编写。

随着科学技术日新月异的发展，新元件、新工艺、新设备的使用，急需广大电子爱好者更新知识和技能，与时俱进地跟上时代的发展。这就要求要不断学习新知识、新方法、新理论，淘汰过去已经陈旧落后的内容。

电子技术无处不在，电子技术无处不用，我们生活在电子技术时代。

本书除坚持实用性外，还突出新颖性、技巧性、趣味性和可操作性。并不断提高技术含量，让广大电子爱好者开卷有益，学以致用，解决生产、生活中的实际问题。

本书共14章，包括电源电子电路、电子仪表电路、电子测量电路、电子遥控电路、电子节能电路、电子控制电路、电子定时电路、电子报警电路、广告显示电路、除害保健电路、环境美化电路、工业电子电路、建筑装修电路、脑筋急转弯电路。

本书可供广大电子从业人员、电子技术爱好者学习使用。

本书主要由王俊峰编著，参加本书编写的还有王娟、薛素云、吴慎山、吴东芳、陈军、薛迪强、李建军、薛迪胜、薛迪庆、马备战、薛斌、杨桂玲等。

由于时间仓促，加上编者水平所限，书中难免有不足之处，欢迎读者提出宝贵意见。

编　者

目　　录

前言
第 1 章　电源电子电路 …… 1
1. 全波整流电路 …… 1
2. 桥式整流电路 …… 1
3. 二倍压整流电路 …… 2
4. 三倍压整流电路 …… 2
5. 六倍压整流电路 …… 3
6. 相敏整流电路 …… 4
7. 晶闸管可控整流电路 …… 5
8. 6V、9V 可调整流电路 …… 5
9. 三相可控整流电路 …… 6
10. 电源滤波电路 …… 6
11. 复式滤波电路 …… 7
12. RC 滤波电路 …… 8
13. 并联型直流稳压电源电路 …… 9
14. 串联型直流稳压电源电路 …… 9
15. 三端固定稳压电源电路 …… 12
16. 正负稳压电源电路 …… 12
17. 三端可调式直流稳压电源电路 …… 13
18. 声光报警的直流稳压电源 …… 14
19. 开关稳压电源电路 …… 15
20. 输出 12V/2A 的直流电源电路 …… 17
21. 双电压可调稳压电源电路 …… 17
22. 太阳能电源电路 …… 18
23. 交流稳压电源电路 …… 19
24. 触摸开关电源电路 …… 20
25. 电源自动开关电路 …… 21

26. 双路可调电源电路 …… 21
27. 手机直插式充电电路 …… 22
28. 开关电源电路 …… 24
第 2 章　电子仪表电路 …… 25
29. 直流电压表电路 …… 25
30. 直流电流表电路 …… 25
31. 交流电压表电路 …… 26
32. 交流电流表电路 …… 27
33. MF-500 型万用表电路 …… 27
34. MF-47 型万用表电路 …… 29
35. 数字万用表电路 …… 31
36. 焊点测量仪电路 …… 31
37. 电阻表电路 …… 31
38. 晶体管参数测量仪电路 …… 33
39. 电缆断裂测量仪电路 …… 35
40. $4\frac{1}{2}$位智能电压表电路 …… 36
41. 数字式应变仪电路 …… 37
42. 热电偶测温仪电路 …… 37
43. 自行车车速表电路 …… 38
44. 绝缘耐压测试仪电路 …… 39
45. 继电器检测仪电路 …… 40
46. 带温度补偿的温度仪电路 …… 41
第 3 章　电子测量电路 …… 43
47. 单相功率的测量电路 …… 43
48. 三相功率的测量电路 …… 43
49. 测量三相对称负载的无功功率电路 …… 44
50. 三相交流电检测电路 …… 45
51. 单相电能表的测量电路 …… 45
52. 三相电能表的测量电路 …… 46
53. 相序测量指示电路 …… 48
54. 电感线圈短路测量电路 …… 48
55. 接触电阻测量电路 …… 50
56. 压力测量电路 …… 51

57. 土壤湿度检测电路 …… 51
58. 红外线人体探测电路 …… 52
59. 超声波测距电路 …… 53
60. 超声波直接探测电路 …… 54
61. 电感测厚电路 …… 55
62. 电热毯内部断线测量电路 …… 56
63. 湿度测量电路 …… 56
64. 粮食湿度测量电路 …… 57
65. 高精度传感器测量电路 …… 58
66. 过电压检测电路 …… 59
67. 加速度测量电路 …… 60
68. 电容式液位测量电路 …… 61
69. 机制砖瓦湿度测量电路 …… 62
70. 金属测量电路 …… 63
71. 机床维修轴承故障检测电路 …… 65
72. 高压测量电路 …… 66
73. 纸张厚薄检测电路 …… 67
74. 搭页光电检测电路 …… 68
75. 印刷机光电断纸检测电路 …… 69
76. 车胎漏气测量仪电路 …… 70
77. 墙内导线探测电路 …… 71
78. 热敏电阻温度测量电路 …… 71
79. 热电偶温度测量电路 …… 72
80. 温室湿度测量电路 …… 72
81. 电缆测试电路 …… 73
82. 断线测试电路 …… 74
第4章　电子遥控电路 …… 77
83. RCM1A/RCM1B 组成的无线电遥控电路 …… 77
84. 防止儿童走失无线遥控电路 …… 78
85. 超声波接收电路 …… 79
86. 常用红外发射电路 …… 80
87. 台灯遥控电路 …… 81
88. RX5019/RX5020 组成的遥控电路 …… 81

89. 超声波遥控开关电路 …… 83
90. 运算放大器组成的超声波接收电路 …… 84
91. 遥控直流电动机正反转电路 …… 85
92. 语言遥控门铃电路 …… 86
93. 数字编码遥控电路 …… 87
94. 调光遥控电路 …… 87
95. MA40EIS/EIR 组成的超声波发射电路 …… 88
96. 光电遥控开关电路 …… 88
97. UCM-40-T 与 74LS00 与非门组成的超声波发射电路 …… 89
98. 音频遥控开关电路 …… 89
99. R-40-16 超声波接收电路 …… 90
100. 有线遥控电路 …… 91
101. 辨别主客的遥控电路 …… 92
102. 分立元器件构成的超声波发射电路 …… 93
103. 抗干扰电路 …… 94
104. 磁控式遥控开关电路 …… 95
105. 红外音乐遥控电路 …… 96
第 5 章　电子节能电路 …… 98
106. 直流电点燃荧光灯电路 …… 98
107. 多点控制走廊灯节电电路 …… 98
108. 电动缝纫机节电电路 …… 99
109. 低温低压下点燃荧光灯电路 …… 100
110. 电热毯节电电路 …… 100
111. 摩托车节能电路 …… 101
112. 简易自锁开关节能电路 …… 102
113. 光控淋浴节水电路 …… 102
114. 微光照明节电电路 …… 103
115. 荧光灯节电电路 …… 104
116. 汽车电子节油电路 …… 105
117. 光控窗帘节电电路 …… 106
118. 光电控制节电电路 …… 106
119. 节电调光电路 …… 107
120. 电子节能灯电路（1） …… 108

121. 电子节能灯电路（2） …… 108
122. 卫生间节水电路 …… 109
123. 电视机节电电路 …… 109
124. 插卡节电电路 …… 111
第 6 章 电子控制电路 …… 113
125. 织布机控制电路 …… 113
126. 溶液浓度检测电路 …… 114
127. 单相交流电动机电子调速控制电路 …… 115
128. 炼钢炉译码接口控制电路 …… 116
129. 电控锁驱动控制电路 …… 117
130. 光电池控制电路 …… 118
131. 汽车转速表指示控制电路 …… 118
132. 汽车电子转向信号闪光灯控制电路 …… 119
133. 汽车车窗控制电路 …… 119
134. 固定电源相序控制电路 …… 121
135. 光电控制鸟鸣电路 …… 122
136. 变色灯控制电路 …… 122
137. 光磁温度控制电路 …… 123
138. 荧光灯自动开关电路 …… 124
139. 电梯运行区间排气扇控制电路 …… 125
140. 红外线自动水龙头电路 …… 126
第 7 章 电子定时电路 …… 127
141. 低功耗的 60min 定时电路 …… 127
142. HD14538 构成的定时电路 …… 127
143. 数字抢答器定时电路 …… 128
144. 电饭锅预置断电定时电路 …… 129
145. 555 构成的保护视力定时电路 …… 130
146. 暗房曝光定时灯电路 …… 130
147. 鱼缸间歇充氧定时器电路 …… 131
148. 双表控制的晶闸管定时器电路 …… 132
149. 电源接通时复位定时电路 …… 133
150. 定时关交流电源电路 …… 133
151. 555 构成的基本定时电路 …… 134

152. 556 构成的 4h 定时电路 …… 135
153. TC4013 构成的定时电路 …… 136
154. LM122 构成的 1h 定时电路 …… 136
第 8 章　电子报警电路 …… 138
155. 机要文件防盗报警电路 …… 138
156. 笔记本电脑防盗报警电路 …… 139
157. 医用输液报警电路 …… 140
158. 有害气体报警电路 …… 141
159. 病人呼叫报警电路 …… 142
160. 防触电报警电路 …… 143
161. 激光防盗报警电路 …… 143
162. 水满报警电路 …… 145
163. 水位报警电路 …… 145
164. 电子看门狗电路 …… 146
165. 有线报警电路 …… 147
166. 高灵敏度报警电路 …… 147
167. 汽车缺油报警电路 …… 149
168. 电话盗打报警电路 …… 150
169. 语言倒车报警电路 …… 150
170. 语言倒车集成报警电路 …… 151
171. 司机疲劳报警电路 …… 152
172. 无绳电话防盗打电路 …… 153
173. 汽车防盗报警电路 …… 153
174. 天然气检测报警电路 …… 154
175. 多门监控报警电路 …… 155
176. 停电报警电路 …… 156
177. 停电声光报警电路 …… 157
178. 家庭被盗电话自动报警电路 …… 158
179. 停电来电报警器电路 …… 159
180. 声控式防盗报警电路 …… 160
181. 婴儿尿床语言报警电路 …… 160
182. 火灾报警电路 …… 161
183. 防盗报警电路（1） …… 162

184. 防盗报警电路（2） …… 163
第 9 章　广告显示电路 …… 164
185. 霓虹灯广告牌电路 …… 164
186. 流水彩灯广告电路 …… 165
187. LED 广告牌装饰灯电路 …… 166
188. 循环追逐式彩灯电路 …… 167
189. 数码显示器电路 …… 167
190. 光电闪烁灯广告电路 …… 168
191. 美发店广告牌电路 …… 169
192. 汽车转弯指示灯电路 …… 170
193. 摩托车闪光灯显示电路 …… 171
194. 故障信号跳闸电路 …… 171
195. 舞台照明调节电路 …… 172
196. 设备运行过程显示电路 …… 173
197. 电源断相显示电路 …… 173
198. 光控灯笼广告电路 …… 174
199. 客人来访信号识别电路 …… 175
200. 计数译码显示电路 …… 176
201. 电平指示电路 …… 177
202. 灵敏光控开关电路 …… 178
203. 光触发开关电路 …… 178
204. 音乐控制彩灯电路 …… 178
205. 太阳能 LED 广告灯电路 …… 179
206. 舞台烟雾电路 …… 180
207. 光电信号跟踪电路 …… 181
208. 光电开关电路 …… 182
209. 大红灯笼高高挂电路 …… 182
第 10 章　除害保健电路 …… 183
210. 粮食害虫检测电路 …… 183
211. 电子蝇拍电路 …… 184
212. 电子灭鼠器电路 …… 184
213. 电子灭蚊电路 …… 185
214. 黑光灯杀虫电路 …… 185

215. 高压灭虫灯电路 …… 187
216. 消灭蚊蝇电路 …… 188
217. 电子捕鼠电路 …… 188
218. 灭鼠、灭蝇、灭虫综合电路 …… 189
219. 超声波驱虫电路 …… 191
220. 电子节电捕鼠器电路 …… 192
221. 理疗呼吸机电路 …… 193
222. 红外自动干手器电路 …… 194
223. 保健按摩电路 …… 194
224. 体温测量电路 …… 196
225. 电子治疗仪电路（1） …… 196
226. 穴位探测仪电路 …… 197
227. 周林频谱仪电路 …… 198
228. 视力保健电路 …… 199
229. 电子治疗仪电路（2） …… 199
230. 电子催眠电路 …… 200
231. 护眼电路 …… 201
232. 尿液分析电路 …… 202
233. 理疗仪电路 …… 203
234. 电子止痛电路 …… 203
235. 病房输液加热电路 …… 204
第 11 章　环境美化电路 …… 208
236. 冰箱除臭电路 …… 208
237. 负离子发生器电路 …… 209
238. 卫生间自动冲水电路 …… 210
239. 有害气体排除电路 …… 211
240. 空气自动加湿器电路 …… 212
241. 电子生日蜡烛电路 …… 213
242. 五颜六色闪光装饰电路 …… 213
243. 水壶烧水去污垢电路 …… 214
244. 电子喷泉电路 …… 215
245. 高温杀菌消毒电路 …… 216
246. 燃气烟道式热水器电路 …… 217

247. 家用多功能环保器电路 …… 217
248. 水果冷藏保鲜电路 …… 219
249. 卫生间排风扇控制电路 …… 220
250. 电子胸花美化电路 …… 221
251. 臭氧消毒电路 …… 221
252. 净化空气换气扇电路 …… 222
253. 霓虹灯环保美化电路 …… 224
第12章　工业电子电路 …… 225
254. 织布机电路 …… 225
255. 工业常用点火电路 …… 225
256. 化学制剂搅拌机电路 …… 226
257. 织袜机故障停车电路 …… 228
258. 平网印花机信号联络电路 …… 229
259. 炉温调节电路 …… 230
260. 水塔自动供水电路 …… 231
261. 塑料热合机电路 …… 232
262. 塑料袋封口机电路 …… 233
263. 晶闸管构成的塑料封口机电路 …… 234
264. 开关信号输入接口电路 …… 235
265. 开关信号输出接口电路 …… 236
266. 造纸印刷应用电路 …… 237
267. 交通路口彩灯转换电路 …… 238
268. 印刷厂速印机电路 …… 240
269. 微波控制电路 …… 241
270. 工业静电消除电路 …… 242
271. 煤位自动跟踪电路 …… 242
272. 汽车集成电路调节器电路 …… 244
273. 解放牌 CA1092 汽车无触点电子点火电路 …… 245
274. 工业生产防抖动电路 …… 246
275. 纸张张力控制电路 …… 247
276. 自动切纸机电路 …… 249
277. 坏书不装订电路 …… 250
278. 锅炉控制电路 …… 251

第 13 章　建筑装修电路 …… 252
279. 建筑用水平测量电路 …… 252
280. 混凝土搅拌机控制电路 …… 253
281. 混凝土搅拌机电路 …… 254
282. 运输升降机超速控制电路 …… 255
283. 供水电路 …… 256
284. 建筑安装自动水阀门电路 …… 257
285. 卷扬机电路 …… 258
286. 电葫芦电路 …… 258
287. 散装水泥计量电路 …… 260
288. 建筑材料带传送电路 …… 261
第 14 章　脑筋急转弯电路 …… 263
289. 数字抢答器电路 …… 263
290. 误踩油门紧急制动电路 …… 263
291. 交流接触器用直流电压电路 …… 264
292. 反应能力测试电路 …… 265
293. 故障快速寻找电路 …… 267
294. 电话防盗打脑筋急转弯电路 …… 267
295. 兴奋增强电路 …… 268
296. 巧用时间继电器电路 …… 269
297. 判断三相绕组法电路 …… 271
298. 智力竞赛数字抢答电路 …… 271
299. 两地施工单线联络脑筋急转弯电路 …… 272
300. 变压器改制电流发生器电路 …… 273
参考文献 …… 274

第1章　电源电子电路

1. 全波整流电路

如图1-1a所示，单相全波整流电路是由两个单相半波整流电路组成的，变压器的二次绕组的中心抽头把 u_2 分成两个大小相等方向相反的 u_{21} 和 u_{22}。

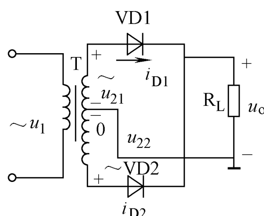


图1-1　全波整流电路

工作原理：在正弦交流电源的正半周，VD1处于正向导通状态，VD2处于反向截止状态，电流经VD1、负载电阻 R_L 回到变压器中心抽头0点，构成回路，负载得到半波整流电压和电流。

同理，在电源的负半周，VD2导通，VD1截止。电流经VD2、R_L 流回到变压器中心抽头0点，负载 R_L 又得到半波电压和电流。

2. 桥式整流电路

桥式整流电路如图1-2b所示，单相桥式整流电路由电源变压器T、整流二极管VD1、VD2、VD3、VD4和负载电阻 R_L 组成。与全波整波电路一样，变压器将电网交流电压变换成整流电路所需的交流电压，设 $u_2=\sqrt{2}U_2\sin\omega t$。

当电源电压处于 u_2 的正半周时，变压器二次绕组的a端电位高于b端电位，VD1、VD3在正向电压作用下导通，VD2、VD4在反向电压作用下截止，电流从变压器二次绕组的a端出发，经VD1、R_L、VD3，由b端返回构成通路。有电流通过负载电阻 R_L，输出电

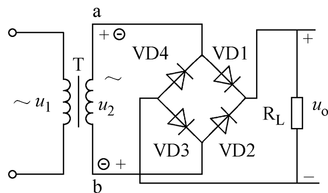


图1-2　桥式整流电路

压 $u_o = u_2$。

当电源电压处于 u_2 的负半周时，变压器二次绕组的 b 端电位高于 a 端电位，VD2、VD4 在正向电压作用下导通，VD1、VD3 在反向电压作用下截止，电流从变压器二次绕组的 b 端出发，经 VD2、R_L、VD4，回到 a 端。有电流通过负载电阻 R_L，输出电压 $u_o = u_2$。

3. 二倍压整流电路

在实际应用中，当需要高电压、小电流的直流电源时，多采用倍压整流电路。倍压整流电路可以在不增加变压器二次绕组匝数和二极管反峰电压的条件下，通过多次倍压得到较高的直流电压输出。

（1）电路结构

二倍压整流电路由电源变压器和两个二极管、两个电容器组成，其结构如图 1-3 所示。

（2）工作原理

在 u_2 的正半周，二极管 VD1 导通，VD2 截止，电流通过二极管 VD1 给电容 C1 充上了右正左负的电压 U_{C1}，U_{C1} 基本接近 u_2 的峰值电压，即 $U_{C1} \approx \sqrt{2}U_2$。

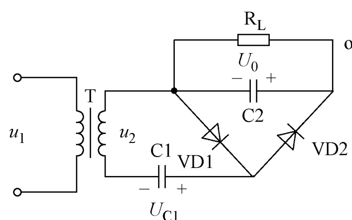


图 1-3　二倍压整流电路

在 u_2 的负半周，二极管 VD2 导通，VD1 截止。由于此时 u_2 与 U_{C1} 方向相同，所以它们串联起来给 C2 充上了右正左负的电压 U_{C2}，使 C2 两端的电压近似等于 $2\sqrt{2}U_2$。

经过多个周期的充电，即可使 C2 两端的电压等于 $2\sqrt{2}U_2$。

通过分析可以看出，在二倍压整流电路中，每个二极管所承受的最大反向电压均为 $2\sqrt{2}U_2$；电容 C1 两端的电压为 $\sqrt{2}U_2$；电容 C2 两端的电压为 $2\sqrt{2}U_2$。这样，在负载 R_L 两端即可得

$$U_o = 2\sqrt{2}U_2$$

4. 三倍压整流电路

（1）电路结构

三倍压整流电路由电源变压器和三个二极管、三个电容器组成，其电路如图 1-4 所示。

（2）工作原理

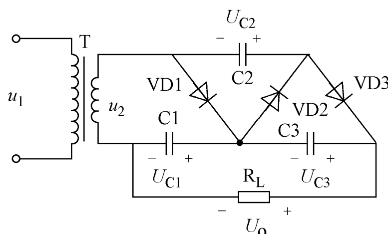


图 1-4　三倍压整流电路

在 u_2 的第一个正半周，二极管 VD1 导通，电流通过二极管 VD1 给电容 C1 充上了右正左负的电压 U_{C1}，使 $U_{C1} \approx \sqrt{2}U_2$。在 u_2 的负半周，二极管 VD2 导通，u_2（有效值为 U_2）和 U_{C1} 串联起来给 C2 充上右正左负的电压 U_{C2}，使 $U_{C2} = U_2 + U_{C1} \approx 2\sqrt{2}U_2$。

在 u_2 的第二个正半周，二极管 VD1 导通，电流继续通过二极管 VD1 给电容 C1 充电，使 $U_{C1} \approx \sqrt{2}U_2$。同时，$U_{C2}$ 使 VD3 导通，U_{C2} 通过 VD3 给电容 C3 充电，使 $U_{C3} = U_{C2} \approx 2\sqrt{2}U_2$。这样，经过多个周期的充电，即可在负载 R_L 两端得到三倍的 $\sqrt{2}U_2$ 电压，即 $U_o = U_{C1} + U_{C3} \approx 3\sqrt{2}U_2$。

根据上述道理，用 n 只二极管和 n 个电容器即可组成 n 倍压整流电路。通过分析可以看出，在 n 倍压整流电路中，每个二极管所承受的最大反向电压均为 $2\sqrt{2}U_2$。

另外，还必须注意的是，在多倍压整流电路中，负载一定要大，负载电流一定要小，只有这样才能有稳定的输出电压。

5. 六倍压整流电路

示波管工作时需要很多挡电源，其中加速阳极需要电流很小，但电压很高的电源，多用示波器第五阳极 a5 需要 10000V 的高压，它是用六倍压整流后获得的。其电路如图1-5所示。

它由 20kHz 左右的高频高压发生器供给高频电压，经变压器升压至约 1400V，再经高压硅堆 VD1 ~ VD6 和高压电容 C1 ~ C6 六倍压整流和 R1、C7 滤波后输出约 10000V 高压，供示波管第五阳极 a5 使用。

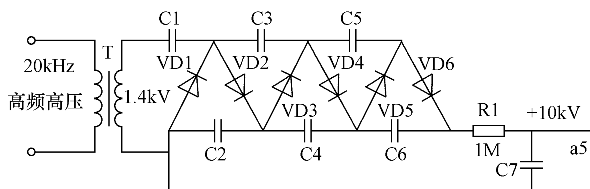


图1-5　六倍压整流电路

高压变压器用E17高磁导率导磁介质铁淦氧铁心，线圈分层平绕，一次侧绕在内层，用标称直径0.45mm漆包线绕25圈，二次侧绕在外层，用标称直径0.1mm漆包线绕1000圈。

整流器件用高压硅堆2DL4/0.2（最大整流电流200mA，最高工作电压峰值4kV）。

在电路中由于是对频率为20kHz的电压整流，所以可采用小容量滤波电容C1～C6（6800pF/3kV），C7选用500pF/10kV。

6. 相敏整流电路

发送机（FZ）绕组和接收机（SZ）三相绕组一一对应连接，110V交流电压供给发射机励磁绕组，初始角为φ_1，接收机定子绕组两端输出电压和相位能够反映与发射机转子角位移φ_2，即反映与发射机之间误差角的大小和方向。平衡时，输出电压为零，否则，产生误差，输出一个电压信号。图1-6所示为单相全波相敏整流，两组交替工作，分别在5.1kΩ电阻上有电压输出，RP1用来调整平衡。整流将交流变成直流信号，经RP2送往运算放大器速度环输入端进行放大，如图1-6所示。

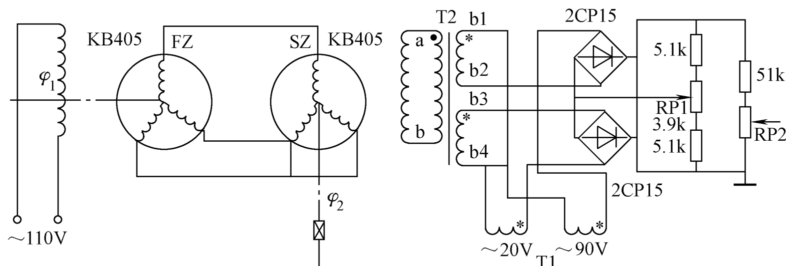


图1-6　相敏整流电路

7. 晶闸管可控整流电路

晶闸管可控整流电路如图1-7a～d所示。它们的工作原理和普通的二极管非可控整流电路有相似之处，不同之处是晶闸管必须在阳极与阴极之间加正向电压，门极与阴极之间加一定的触发脉冲信号，才能导通工作。每个晶闸管需要一个触发电路。其负载有电阻性、电感性。

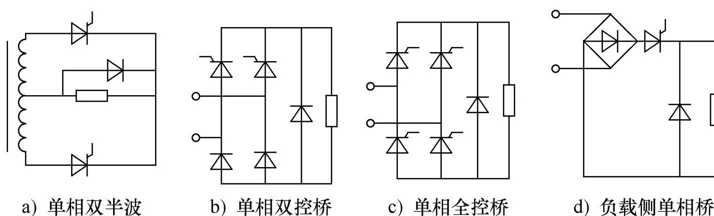


图1-7　晶闸管可控整流电路

8. 6V、9V可调整流电路

6V、9V可调整流电路如图1-8所示，其使用元器件少，容易装配，输出电压6V、9V可调，输出电流可以达到100mA，能够代替电池给晶体管收音机供电。

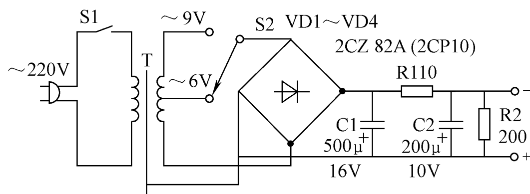


图1-8　6V、9V可调整流电路

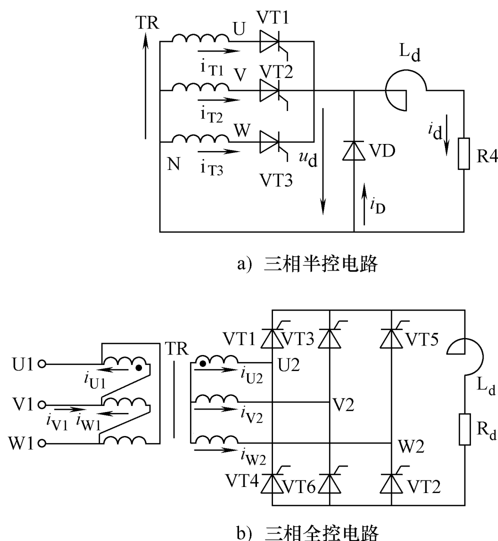
电路原理：变压器T将220V市电变成6V或者9V低电压，VD1～VD4组成桥式整流电路。在没有负载（空载）的时候，由于滤波电容C1的作用，使输出的直流电压近似等于变压器二次交流电压的峰值。比如变压器二次电压是6V，整流滤波输出的直流电压可以达到8.4V。但是在有负载的时候，随着负载电流的增大，输出电压下降。当负载电流增大到100mA的时候，

输出电压大约只有 6V。晶体管收音机多数采用乙类功率放大电路，负载电流随音量大小变化很大，如果使用这种电源，电源电压的变动比较大，这对收音机的工作是不利的。因此，电路中设置了电阻 R2，电源在空载的时候也消耗一定的电流，使负载电流变动的时候输出电压仍然比较稳定。

电阻 R1 是为提高滤波效果、减小交流声而设置的，S2 是为转换输出电压而设置的。

9. 三相可控整流电路

三相整流电路分为三相半控整流电路和三相全控整流电路，如图 1-9a、b 所示。其工作原理与不可控三相整流电路有类似之处，读者可自行分析。



a）三相半控电路

b）三相全控电路

图 1-9　三相可控整流电路

10. 电源滤波电路

整流电路可以使交流电转换成脉动直流电，这种脉动直流电中不仅包含直流分量，而且有交流分量。而我们需要的是直流分

量，因此必须把脉动直流中交流分量去掉。我们知道，从阻抗观点看，电感线圈的直流电阻很小，而交流阻抗很大。电容器的直流电阻很大，而交流电阻很小。若组合起来就能很好地滤去交流分量，留下需要的直流量，这种组合就是滤波器。常用的滤波器有几种形式，如图 1-10 所示。

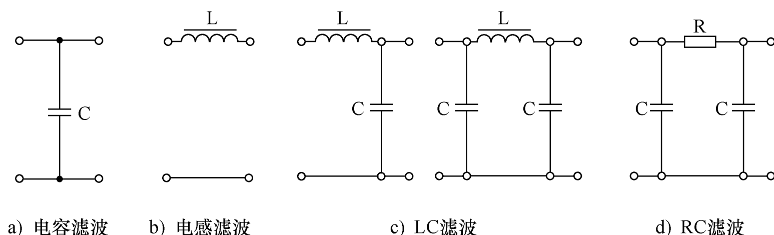


图 1-10　常用滤波器

11. 复式滤波电路

通过电容滤波或电感滤波的分析，直流输出或多或少仍有波动。在要求较高的场合，为了得到更加平滑的直流可以采用复式滤波器。

（1）LC 滤波器

我们知道，电容滤波器适用负载较大的情况，而电感滤波器适用负载较小的情况，如果把这两种电路组合起来，就构成了如图 1-11a 所示的滤波器，它对于一般负载都可以适用。

在 LC 滤波器中，脉动电压将经过双重滤波作用，使交流分量大部分被电感 L 阻止，即使有少部分通过了 L，还要经过电容 C 的滤波作用使交流旁路，因此在负载上的交流分量很小，从而达到了滤除交流的目的。

（2）LC-π 型滤波电路

如图 1-11b 所示。LC-π 型滤波器是由 C 型滤波器和 LC 滤波器组合而成。滤波过程：交流电整流后先经 C 型滤波器滤波，然后再经 LC 滤波器滤波，所以 π 型滤波器性能比 LC 和 C 型滤波器都要优越，在 R_L 上获得的电压将更平滑。

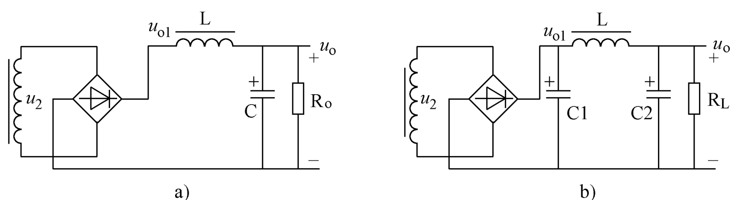


图 1-11 LC 滤波和 LC-π 型滤波电路

由于 LC-π 型滤波器前面接有电容，所以这种滤波器的外特性与电容滤波器相似。

12. RC 滤波电路

在有些场合，如果负载电流不大，为了减轻重量，降低成本，缩小体积，可将上述两个复式滤波器上的 L 用一只电阻来代替，组成 RC 型滤波器和 RC-π 型滤波器，如图 1-12 所示。

在 RC 滤波器中，R 的值大滤波效果好，但电阻上压降损失也大。一般在小电流的场合，电阻通常取几十欧到几百欧，电容取几百微法（200μF 或 500μF）。

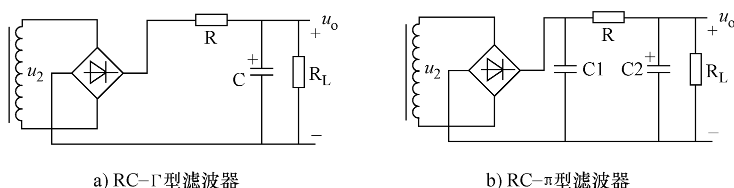


图 1-12 RC 滤波电路

在整流后需加滤波电容，滤波电容的容量需根据用电负载的大小来选取，通常选用几十微法至几百微法。有些要求较高的直流电源，还需增设集成稳压器进行稳压，以取得纹波较小的高质量稳压电源。滤波电容容量与负载电流的关系如表 1-1 所示，可根据输出电流选择滤波电容的大小。

表 1-1　滤波电容容量与负载电流的关系

I_o	2A 左右	1A 左右	0.5～1A	0.1～0.5A	50～100mA	小于 50mA
电容容量/μF	4000	2000	1000	500	200～500	200

其次要确定电容的耐压值，耐压值选小了，会因过电压而击穿，选大了会增加体积和成本。可按下式确定电容的耐压值：

$$U_C = \sqrt{2}U_2$$

13. 并联型直流稳压电源电路

图 1-13 所示为并联型直流稳压电源电路。电源 220V 经变压器降压，全波桥式整流、电容滤波、稳压二极管稳压输出直流电压供给负载。输出直流电压等于电源变压器二次电压的 0.9 倍。由于电路简单，该电源用于要求不高的场合。

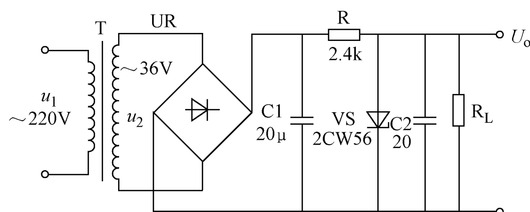


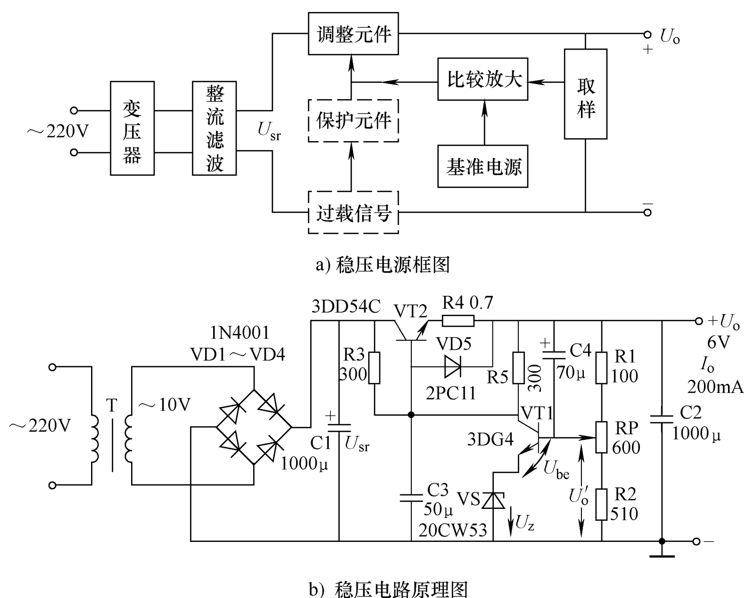
图 1-13　并联型直流稳压电源电路

市电 u_1（220V）经过变压器降压后得交流电压 u_2，交流电压 u_2（有效值为 U_2）经过单相桥式整流电路后获得直流电压 U（$U \approx 1.2U_2$），为了不使电路中产生电压突变的情况，还要经过滤波电路，把电容和负载电阻并联以便吸收脉动电流，并使输出电压保持平稳，经过整流滤波电路之后的输出电压和我们所求的直流电源还有相当距离。为了能够得到更加稳定的直流电源，我们在整流滤波电路后还要经稳压电路稳压，这样就得到了我们所求的直流电压。

14. 串联型直流稳压电源电路

典型稳压电源结构如图 1-14a 所示。从中可以看出，一个稳压电源通常都是由变压器、整流滤波、调整元件、比较放大、基

准电源和取样等六个部分构成，有些稳压电源中还有过载或短路保护装置。



a) 稳压电源框图

b) 稳压电路原理图

图 1-14　串联型直流稳压电源电路

电路由变压器 T 将 220V 降压为 10V，VD1 ~ VD4 桥式整流把交流 10V 变为脉动的直流电，经电容 C1 滤波，再由稳压、放大、取样环节，使调整管 VT2 工作，输出直流电 U_o 为 6V。调整取样电阻 RP 的大小，就可以改变输出电压 U_o 在 6V 以内变化，该电路输出电流 I_o 为 200mA。

其稳压工作过程是，当输出电压发生变化时，通过电阻分压器来“取样”，与基准电源比较后，放大器将误差信号放大，送到调整管的基极调整其管压降，以达到稳定输出电压的目的。一般来讲，放大环节的放大倍数越大，稳定度就越高。

（1）基准电压

基准电压应是一个稳定性较高的直流电压，否则，由于基准电压值改变了，即使 U_{sr}不变，也会引起输出电压的变化，影响

了输出电压的稳定性。

目前，基准电压往往采用硅稳压管 VS 和 R5 取得，如图 1-14b所示，稳压管电路的关键是选择限流电阻，其阻值应保证当输入电压 U_{sr}最小时，流过稳压管的电流也不小于维持稳定电压下的最小电流 I_{zmin}；而当输入电压 U_{sr}达到最大值时，应保证流过稳压管的电流不大于它的最大允许电流 I_{zmax}，即要求限流电阻同时满足

$$R > \frac{U_{srmax} - U_z}{I_{zmax}}$$

和

$$R < \frac{U_{sr} - U_z}{I_{zmax}}$$

（2）取样环节

取样环节是一个电阻分压器，由 R1、R2、RP 组成，取样电路的任务是将输出电压 U_o 的一部分取出，加到比较放大器去，和基准电压进行比较，以检出输出电压 U_o 变化值，并经放大后去控制调整环节。

（3）比较环节

比较放大器是将取样电路得到的电压 U 与基准电压 U_z 进行比较，然后以两者之差进行放大，再去控制调整管以稳定输出电压。应该指出，放大器的增益将直接影响稳压电源的质量指标。最简单的比较放大器是一个单级直流放大器，VT1 组成单级直流放大器为比较放大环节，作用在放大管 VT1 上的输入电压 $U_{be} = U_o - U_z$。

（4）调整环节

调整环节是稳压电源的核心环节，因为输出电压最后要依赖调整环节的调节作用才能达到稳定，而且稳压电源能输出的最大电流也主要是取决于调整环节。

调整环节是由工作在线性区的调整管 VT2 组成，它的基极电流受比较放大级输出信号控制。由于稳压电源的输出电流全部

要经过调整管，因此应保证所选用的调整管具有足够的功耗和集电极电流。

15. 三端固定稳压电源电路

三端稳压电源由变压器 T、整流桥 VD1 ~ VD4、滤波电容 C1 和三端固定稳压集成块组成，固定输出 15V 电压，不可调整，如图 1-15 所示。

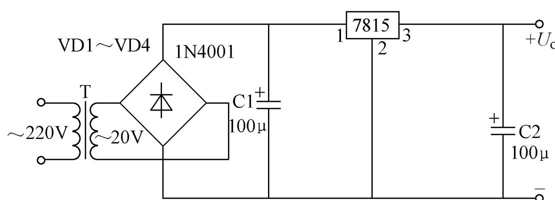


图 1-15　三端固定稳压电源电路

不同稳压块的输入和输出电压等参数是不同的，读者在选用时一定要注意。

几种不同的稳压块参数如表 1-2 所示。

表 1-2　几种不同的稳压块参数

型号	7805	7812	7815	7818	7824	7905	7912	7915
输入电压/V	10	19	23	26	33	－10	－19	－23
输出电压/V	5	12	15	18	24	－5	－12	－15
静态电流/mA	8	8	8	8	8	2	3	3
短路电流/A	2. 2	2. 2	2. 1	2. 1	2. 1	2. 5	2. 5	2. 2
压差/V	2	2	2	2	2	2	2	2

16. 正负稳压电源电路

图 1-16 所示为采用集成正、负稳压器的电源电路，变压器的二次侧的输出电压为 24V，经全波整流后输出的直流电压为24V ×0. 9 =21. 6V。两个 1 000μF 电容器分别为两个桥式整流电路的滤波电容。经过集成稳压器稳压后，分别输出 ±15V 的直流电源。

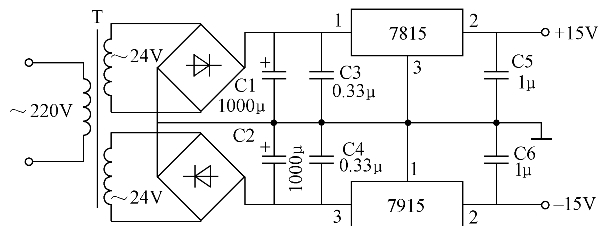


图 1-16　正负直流稳压电源电路

集成稳压器内部稳压系统及纹波消除系统十分完善，因此滤波电容的值不必太大。特别是目前使用广泛的声控灯开关，均使用这种电源供电。

17. 三端可调式直流稳压电源电路

三端可调整集成稳压器的品种较多，三端指的是电压输入端、电压输出端和电压调整端，正压指的是输出正电压。国际流行的正压输出稳压器有 LM117/217/317 系列、LM123 系列、LM140 系列、LM138 系列和 LM150 系列等。图 1-17 所示为 LM317 三端稳压集成电路，输出电压连续可调的直流电源和全波整流、电容滤波直流电源。交流电源变压器二次侧采用对称双二次侧，输出直流电压为变压器二次电压的 0. 9 倍。

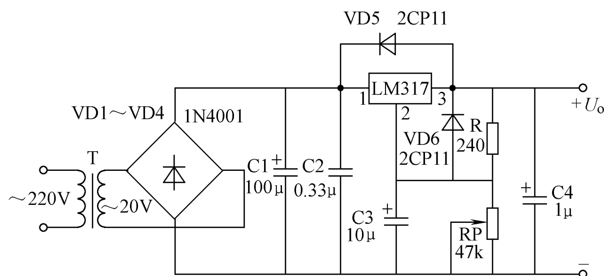


图 1-17　三端可调式直流稳压电源电路

LM317 是三端正稳压器，它的输出电压可调，稳压精度高，输出纹波小，一般输出电压为 1. 2 ~ 5 ~ 35V，最大负载电流为

1.5A，电路内部设置过电流保护、芯片过热保护及调整管安全工作区保护，它的工作温度为 0～150℃。主要参数如表 1-3 所示。

表 1-3　LM317 的主要参数

电压调整率	电流调整率	基准电压	调整端电流	调整端电流变化	纹波抑制比	输出电压温度变化率	最大输入电压	最小输入电压
0.01%V	1%V	1.25V	50μA	0.2μA	80BD	0.7mV/℃	40V	3V

18. 声光报警的直流稳压电源

本电路具有两路直流稳压电源，其中主电源输出 1.530V 连续可调，另一路辅助电源输出 5V 固定电压的直流电源供短路保护、声光报警用。如主电路输出端短路，则立即切断变压器二次侧的 30V 交流电路，进行全保护，同时伴有声光报警，提醒用户。待故障排除后，又恢复正常。本电路具有稳定，可靠，反应迅速的。可以解决一些直流电源无保护，频繁烧坏元器件的问题。

（1）主电源电路原理

如图 1-18 交流 220V 经变压器 T1 变压，VD1～VD4 桥式整流，电容 C1 滤波，LM317 三端稳压，调节电位器 RP 使直流输出电压为 1.5～30V，观看电压表读数。其中 EL 为交流指示灯，K 为继电器常闭触点，电容 C2 改善纹波和抑制过电压。C3 改善负载的瞬态响应。

（2）短路保护与声光报警电路

短路保护电路采用光耦合器 4N25，输出端对输入端无反馈作用，信号只能单向传递的原理，实现光传递控制。光耦合器由发光二极管和光敏晶体管组成。R1、R2、4N25 构成信号控制电路，控制 VT1、VT2、K、Y 组成音频振荡电路。电路正常时，直流输出经 R1、R2 加至 4N25 的 1、2 脚，发光二极管发光，使 4N25 的 5、4 脚导通，VT1 基极零偏而截止，音频振荡器不工

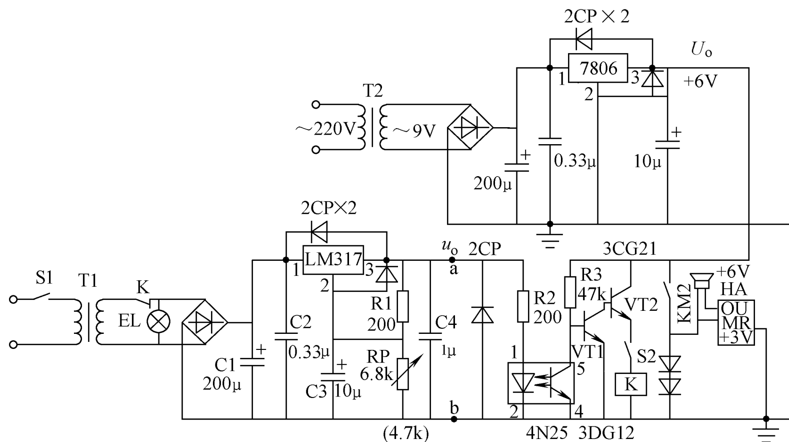


图 1-18　电路原理图

作。当直流输出短路时，电压为零，发光二极管不工作，光敏晶体管截止，与 R3 分压，给 VT1 基极提供正向偏流使其导通。VT2 放大管工作，集电极上继电器 K 线圈有电，串在 T1 二次侧常闭触点断开，切断交流电源，绿色指示灯熄灭，对电路实现全保护。K 常开触点闭合，发光二极管闪闪发光，音乐片电路工作，奏出一首美妙动听的音乐，完成声光同时报警。提示用户，检查排除故障后，电路又恢复正常。

（3）辅助稳压电源

辅助电源仅用于保护和声光报警电路，主电路无短路时，辅助电源处于“待机”状态，电路原理从略。复位按钮 S2，电路排除故障期间，为了解除声光报警，使之置“复位”。故障排除后，将 S2 置“保护”状态。

19. 开关稳压电源电路

前面学习的串联式稳压电源，由于调整管工作在放大状态，在电路中相当于一个可以自动调整阻值的可变电阻，管子的功耗大、效率低。开关电源的开关管不是饱和就是截止，管子的功耗小、效率高。这种利用开关原理工作的稳压电路就是开关稳压电

源电路。

（1）电路组成

串联式开关稳压电源的结构如图1-19所示。图中，T为电源变压器；VD1～VD4为整流桥，C1、C2为电容滤波；VT是开关管，工作状态受控于基极控制脉冲信号 U_k，控制脉冲信号 U_k 来自控制电路，控制电路受控于输出电压 U_o；VD是续流二极管，L是扼流电感。

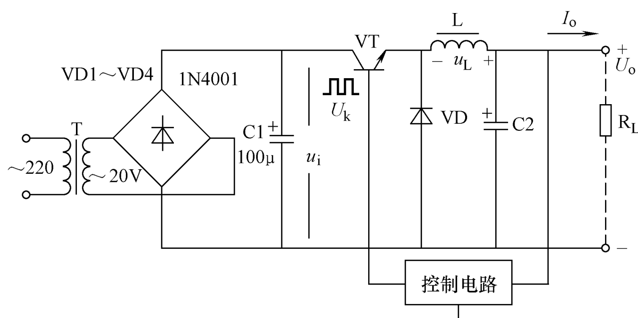


图1-19　开关稳压电源电路

（2）工作原理

开关电源的核心部分是一个工作在开关状态的逆变器，它可以把直流电流逆变为高频脉冲电流。当电源接通时，U_i 输入。此时 U_o 小于上限允许值 U_{omax}，经控制电路作用，开关管基极的控制脉冲信号 U_k 为高电平，VT处于饱和导通状态。U_i 经VT、L向C2充电，形成输出电流 I_o 和输出电压 U_o。

U_o 随着时间的延续而升高，当上升到上限允许值 U_{omax} 时，经控制电路作用，开关管基极的控制脉冲信号 U_k 为低电平，VT处于截止状态。由于扼流电感L中的电流不能突变，L产生自感电压 u_L；u_L 的极性如图中所示；续流二极管VD因正偏而导通，u_L 经 R_L、VD续流，同时C2放电；从而保持了开关管截止期间负载电流的连续，但电流、电压是逐渐减小的。

当下降到下限允许值 U_{omin}时，经控制电路作用，U_k 为高电平，VT 处于饱和导通状态。C2 又被充电，此时续流二极管 VD 因反偏而截止，U_o 再次上升。当 U_o 上升到 U_{omax}时，控制脉冲信号 U_k 变为低电平。如此反复，电路处于开关状态，使输出电压 U_o 始终保持在允许的 $U_{omin} \sim U_{omax}$之间波动，波动的范围一般在 mV 量级，从而达到稳压的目的。

20. 输出 12V/2A 的直流电源电路

图 1-20 所示是一种输出平稳的 12V/2A 直流稳压电源电路，用于电视机中或其他电源电压为 12V、电流为 2A 的用电器具上。图中的 RP 可调整输出电压。

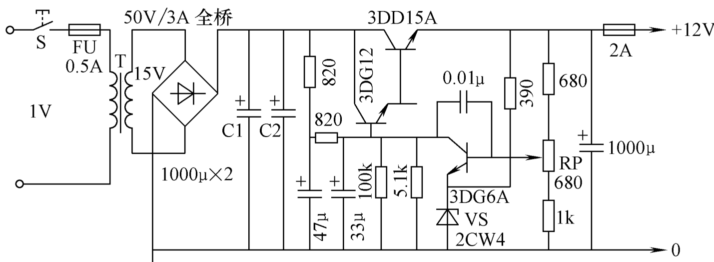


图 1-20　输出 12V/2A 的直流电源电路

21. 双电压可调稳压电源电路

图 1-21 所示为双电压可调稳压电源电路，可作为电路实验时经常使用的一种电源。其电流不超过 1A，但两组电压分别可调，且互不影响。

N1、N2 为 78 系列三端稳压集成电路，由于其输出电压等于标称稳压值与公共接地端电压之和，因此只要给公共端加上一个可调的正、负电压，就可使输出电压高低可调。该线路 N1、N2 共用一组整流电源。变压器 T 的另一组输出，经 VD 整流、C4 滤波、R3 限流、VS 稳压后，专门提供共地参考负电压，通过开关 S1、S2 可选择加在公共端上的电压极性，再调整 RP1 或 RP2 便可分别调节两路输出电压。按照图示数据，两路输出电压

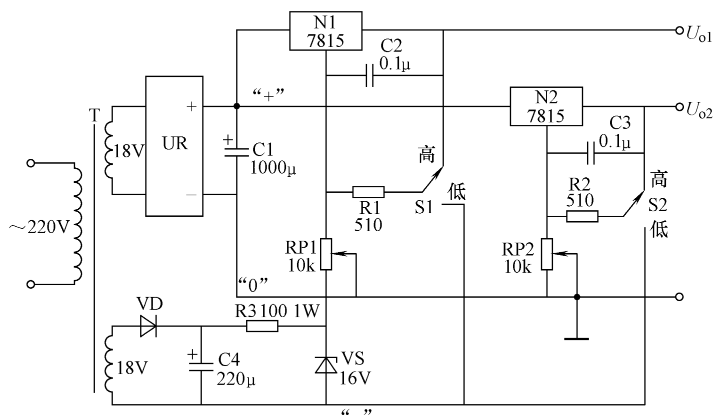


图 1-21　双电压可调稳压电源电路

可在 1.5 ~ 25V 范围内连续变化，电压稳定度也符合使用要求。当电压调低以后，集成电路的输入/输出电压差很大，功耗相应地增加，因此必须装上散热器。

另外，当选择正参考电压时，电位器的滑臂越接近地端，输出电压便越高，而选择负参考电压时，滑臂接近地则输出电压较低。

RP1、RP2 的选取原则是使稳压值略高于集成电路的标称值为宜。稳压电路的输入/输出电压差最大值一般不超过 35V，因此变压器二次电压不宜高于 25V，以免损坏集成电路。

22. 太阳能电源电路

太阳能是取之不尽、用之不竭的能源。假如一台收音机不用干电池，也不用电源，那是非常有利的事。用太阳能作为能源，将光转变为电能的元件是几片薄薄的太阳电池。

太阳能电源的原理图如图 1-22 所示。在介绍电路原理前，先简单讲一下硅光电池（即太阳能电池）的特性。硅光电池是一种可直接将光能转化为电能的物理电池，具有体积小、重量轻、便于使用和存储、对温度变化反应小等特点。而且它的使用寿命几乎是永久的，一般至少也在一二十年以上。其大小有多种

规格，常用的有 10mm × 20mm、20mm × 20mm 等几种。它的呈蓝黑色的一面叫受光面，光照在受光面上硅光电池才会产生电压。受光面上有几条银色的栅线，栅线上引出的两条导线即受光面的电极（上电极）。受光面的反面——背光面呈银白色。

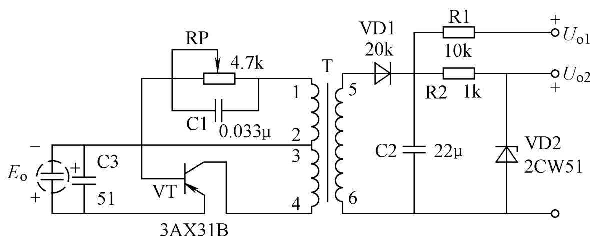


图 1-22　太阳能收音机电源电路

23. 交流稳压电源电路

交流自动稳压器的电路如图 1-23 所示。它主要由供电、基准电压、电压取样比较等几个单元电路组成。市电从变压器的①、②脚输入，③、④脚为自耦调压抽头，⑤、⑥脚为控制电路的电源及取样抽头。市电电压正常时，因 C 点电压始终为 3V（即 R1 降压 VS 稳压所得），A、B 点电压均大于 3V，故 AJ1、AJ2 输出低电平；当市电电压下降时，⑤、⑥脚的电压也随之下降，A 点电压也跟着下降，当 A 点电压下降到低于 3V 时，AJ1 输出高电平，使晶体管 VT1 饱和导通，继电器 K1 吸合，将调压

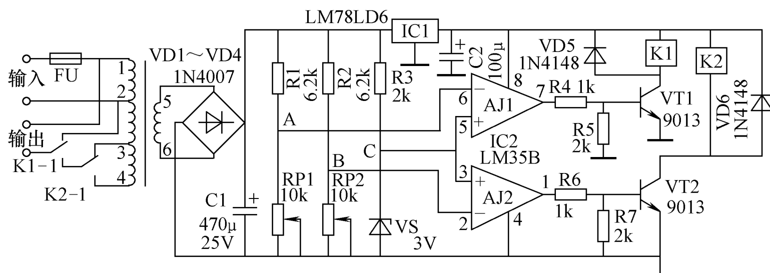


图 1-23　交流稳压电源电路

器输出调于①、③脚；当市电电压继续下降时，同理B点电压低于3V时（$U_A < U_B$），AJ2输出高电平，使VT2饱和导通，K2吸合，将调压器输出调于①、④脚，以达到自耦升压之目的。

反之，如果电压升高时，B点电压也随之升高，当B点电压高于3V时，AJ2输出低电平，VT2截止，K2—1释放，输出端调至①、③脚；当市电电压继续升高时，A点电压高于3V，AJ1输出低电平，VT1截止，K1释放，输出端调至①、②脚。AJ1、AJ2为运算放大器，在这里作电压比较器用；IC1为三端稳压块，为运算放大器及继电器提供供电电源；VD5、VD6为保护二极管。

24. 触摸开关电源电路

触摸开关电源电路如图1-24所示。音乐块小印板上均不用外接晶体管。图中上半部分为“开”电路，当触摸“开”接触片时，IC1被触发，音乐信号正半周使开关管VT1导通，继电器KR吸合，接点kr1闭合，正电源经R1给VT1提供偏流，电路自保。触点kr2同时接通使负载工作。下半部分为“关”电路，当触摸“关”接触片时，IC2被触发，音乐信号正半周时VT2导通，致使VT1偏流被旁路，VT1截止，KR释放，触点断开，负载停止工作。

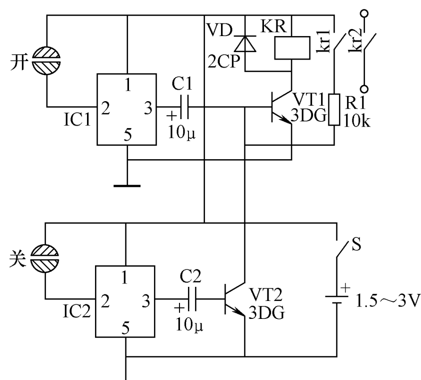


图1-24　触摸开关电源电路

25. 电源自动开关电路

如果下班忘记关掉电源开关，会浪费电能，也会带来不安全因素，这是绝不允许的。为了保证电路安全，节约电能，可以采用图 1-25 所示电路。

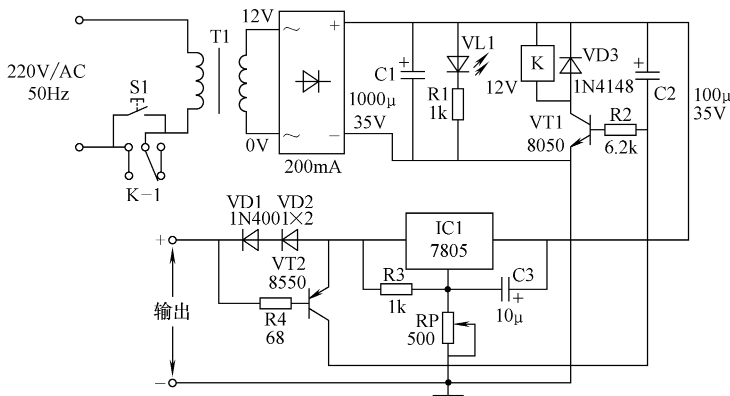


图 1-25　电源自动开关电路

1）由固定集成稳压电路 IC1（7805）构成 3.7～8.7V 可调电源（VD1 和 VD2 压降约为 1.3V），调节 RP 的阻值可改变输出电压，RP 的阻值每改变 100Ω，输出电压即变化 1V。

2）在没有负载连接时，电源经过一段时间延时后会自行关断总电源。这个功能由晶体管 VT1、VT2 和二极管 VD1、VD2 及电容 C2 实现。负载正常工作时，在二极管 VD1、VD2 上约有 1.3V 的压降，使得 VT2、VT1 饱和导通。继电器 K 工作，常开触点闭合，保证电源回路正常供电。同时，电容 C2 通过 VT2 被充电至 7～8V。当负载断开时，VT2 截止，但由于 C2 的放电作用，VT1 会继续保持导通状态。经过一段延时后，VT1 截止，K-1断开，切断整个电源回路，实现自行完全关断。其中延时时间的控制，由 C2 的容量决定。容量增大时，延时时间变长，反之亦然。如果要重新恢复供电，则只要按动 S1 即可。

26. 双路可调电源电路

本电路采用三端可调集成稳压器，S 置 1 挡位时，电源经变

压器降压为 17.5V ×2 的交流电压。经桥式整流后，分别送入 IC1、IC2 的输入端，经取样电阻 R1、R2 和调节电位器 RP1、RP2 的控制，在输出端得到 1.25～15V 连续可调的电压。当 S 置于 2 挡位时，将双组输出的电源变压器 T 作为单组使用，经整流滤波后，只送 IC1，得到 1.25～30V 的单电源输出。其中，电阻 R1、R2 阻值为 240Ω；电位器 RP1、RP2 阻值为 4.7kΩ；电容 C1、C2 容量为 3300μF/150V，C3、C4 容量为 0.33μF/63V，C5、C6 容量为 10μF/50V；二极管 VD1～VD4 选用 1N4001，VD5～VD6 选用 1N4001；三端集成块 IC1 选用 LM317，IC2 选用 LM337；开关 S 选用 KNX（2×2）。

本电源中所有电容均要选用耐压大于 50V 的，两个三端可调稳压块的功耗约 15W，要注意加足够的散热器，如图 1-26 所示。

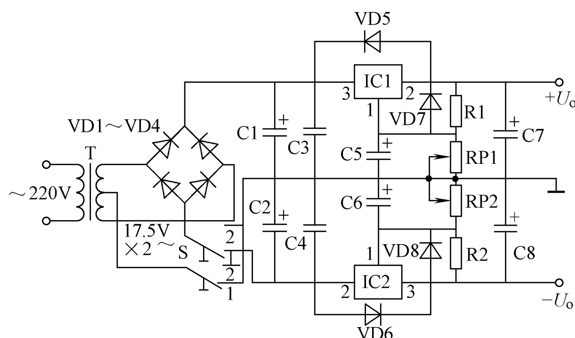


图 1-26　双路可调电源电路

27. 手机直插式充电电路

手机直插式充电电路的输入交流电压 190～245V，50Hz，80mA。输出电压 5V、500mA。其电路工作原理分析如下：

电路如图 1-27 所示。交流 220V 经二极管 VD1 半波整流，电容 C2 滤波，在其两端形成 300V 左右的直流电压。该电压经开关变压器 T1 一次绕组 L1 加到晶体管 VT1 的 c 极。同时该电压经启动电阻 R2 为 VT1 的 b 极提供一个正向偏置电压，使 VT1 导通。此时，VT1 和 T1 组成的间歇振荡电路开始工作，T1 一次

绕组 L1 中有电流通过，L2 绕组感应的电压通过反馈电阻 R4 和电容 C4 加到 VT1 的 b 极，由于正反馈作用，使晶体管 VT1 的 b 极导通电流加大，使其迅速进入饱和区。与此同时，L2 绕组感应的电压经二极管 VD3 整流，电容 C1 滤波后，作为光耦合器的 IC1 的④脚（受光晶体管集电极）电源；同时该电压经 R4 向 C4 充电，随着 C4 两端电压不断升高，VT1 的 b 极电压逐渐降低，使 VT1 逐渐退出饱和区（其集电极电流开始减小），T1 一次绕组 L1 中产生的磁通量也开始减少。L2 绕组感应的负反馈电压，使 VT1 迅速截止，完成一个振荡周期。在 VT1 进入截止期间。T1 的二次绕组 L3 感应的电压经二极管 VD4 整流、电容 C8 滤波后，输出一个 5V 左右的直流电压。

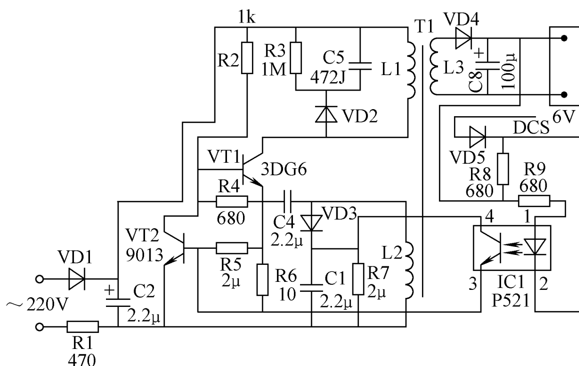


图 1-27　手机直插式充电电路

当充电器输出电压升高时，IC1 的①、②脚间的二极管导通，使其③、④脚所接的光敏晶体管导通，使晶体管 VT2 导通，把 VT1 的基极电压拉低，使其导通时间缩短或迅速截止。经 T1 耦合后，使二次侧输出电压降低。反之，将使二次侧输出电压升高，从而确保充电器输出电压稳定。

在接通电源瞬间或当某种原因使 VT1 的 I_e 电流过大时，在 R5 上的压降就大，使 VT2 导通，VT1 截止，从而有效防止开关管 VT1 因冲击电流过大而损坏。VT2 是过电流保护管，R5 是

VT1 的取样保护电阻。

28. 开关电源电路

开关电源的核心部分是一个工作在开关状态的逆变器，它可以把直流电流逆变为高频脉冲电流。当电源接通时。U_i 输入。此时 U_o 小于上限允许值 U_{omax}，经控制电路作用，开关管基极的控制脉冲信号 U_k 为高电平，VT 处于饱和导通态。U_i 经 VT、L 向 C2 充电，形成输出电流 I_o 和输出电压 U_o。

U_o 随着时间的延续而升高，当上升到上限允许值 U_{omax}时，经控制电路作用，开关管基极的控制脉冲信号 U_k 为低电平，VT 处于截止态。由于扼流电感 L 中的电流不能突变，L 产生自感电压 U_L；U_L 的极性如图中所示；续流二极管 VD 因正偏而导通，U_L 经 R_L、VD 续流，同时 C2 放电；从而保持了开关管截止期间负载电流的连续，但电流、电压是逐渐减小的。

当下降到下限允许值 U_{omin}时，经控制电路作用，U_k 为高电平，VT 处于饱和导通态。C2 又被充电，此时续流二极管 VD 因反偏而截止，U_o 再次上升。当 U_o 上升到 U_{omax}时，控制脉冲信号 U_k 变为低电平。如此反复，电路处于开关态，使输出电压 U_o 始终保持在允许的 $U_{omax} \sim U_{omin}$之间波动，波动的范围一般在毫伏量级，从而达到稳压的目的，如图 1-28 所示。

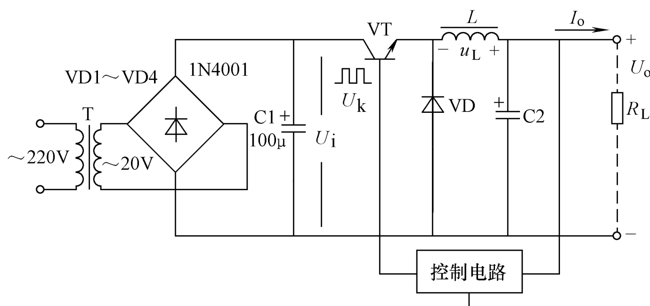


图 1-28　开关稳压电路

第 2 章　电子仪表电路

29. 直流电压表电路

同相端输入，用 mA 表头构成的直流电压表电原理图如图 2-1所示。若输入信号为调相信号，图中运算放大器采用 LM324。

为了减小表头参数对测量精度的影响，将表头置于运算放大器的反馈回路中，只要改变一个电阻，就可进行量程的切换。电流表头在电阻确定后可直接用电压值标定。

应当指出，图中电路适用于测量与运算放大器电路共地的有关电路。此外，当被测电压较高时，在运放的输入端应设置衰减器。

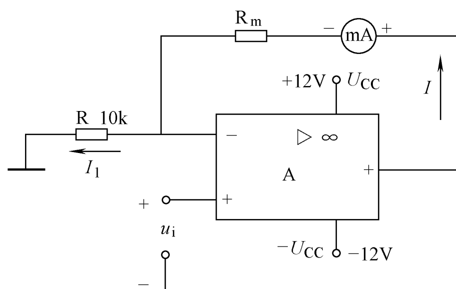


图 2-1　直流电压表电路

30. 直流电流表电路

由运算放大器、直流毫安表组成的浮地直流电流表电路如图 2-2 所示。

图中运算放大器采用 LM324。

在电流测量中，浮地电流的测量是普遍存在的。例如，若被测电流无接地点，就属于这种情况。为此，应把运算放大器的电源也对地浮动，按此种方式构成的电流表就可像常规电流表那

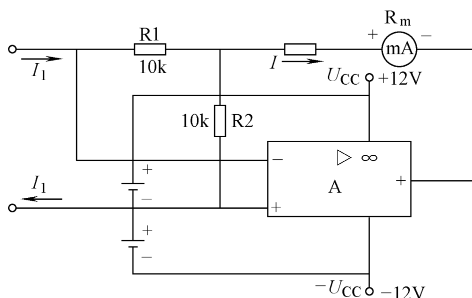


图 2-2　直流电流表

样，串联在任何电流通路中测量电流。

改变电阻比（R1/R2），即可调节流过电流表的电流，以提高灵敏度。如果被测电流较大，应给电流表表头并联分流电阻。

31. 交流电压表电路

由运算放大器、二极管整流桥和直流毫安表组成的多量程交流电压表电路如图 2-3 所示。图中被测交流电压加到运算放大器的同相端，因此，测量电路对信号源呈现很高的输入阻抗。二极管桥路的表头置于运算放大器的反馈回路中，以减弱它们对参数的影响。负反馈作用迫使 R_1 两端电压等于被测交流电压，流经 R_1 的电流将流经桥路，表头指示的是全波整流电流的平均值。设 U_{iav} 为被测交流电压 U_i 的全波整流平均值，则对图 2-3 而言，流经表头的电流平均值 I_{av} 为

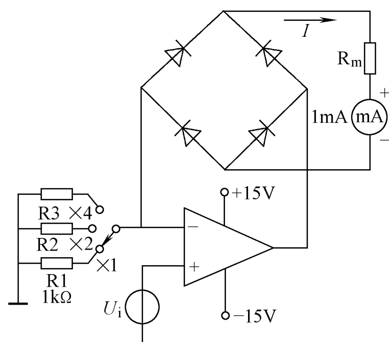


图 2-3　交流电压表电路

$$I_{av} = U_{iav}/R_1$$

如果被测交流信号为正弦电压，即有 $U_i=\sqrt{2}\dot{U}_i\sin\omega t$，则上式可写为

$$I_{av}=0.9U_i/R_1$$

因此，当 U_i 为正弦波时，表头可按有效值来刻度。

被测电压的上限频率取决于运算放大器的频带和上升速率。

32. 交流电流表电路

图 2-4 所示为浮地交流电流表。仿照图 2-3 的分析方法，有

$$I_{av}=(1+R_1/R_2)I_{iav}$$

表头读数由被测交流电流 I_i 的全波整流平均值 I_{iav} 决定。

如果被测电流 I_i 为正弦电流，即 $I_i=\sqrt{2}U_i\sin\omega t$，则上式可写为

$$I_{av}=0.9(1+R_1/R_2)I_i$$

则表头可按有效值来刻度。

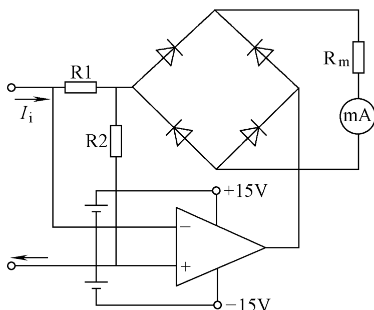


图 2-4　交流电流表电路

33. MF-500 型万用表电路

图 2-5 所示是 MF-500 型万用表实际电路图，可作为维修万用表时的参考。

使用万用表注意事项：

1）使用前，首先要检查转换开关挡位，是否与所要测量物理量一致，切不能把挡位拨错。例如，在测量较高的电压时，误将转换开关置于电流或电阻挡上，则很可能烧坏仪表。

2）在测量电阻时，首先选好所需要的量程，然后，将两表笔连接在一起短路一下，此时，万用表的指针应指向零值，若未指零，应旋动“Ω”旋钮，使指针指零，然后再去测电路，每换一次电阻挡量程，均应先调零位。

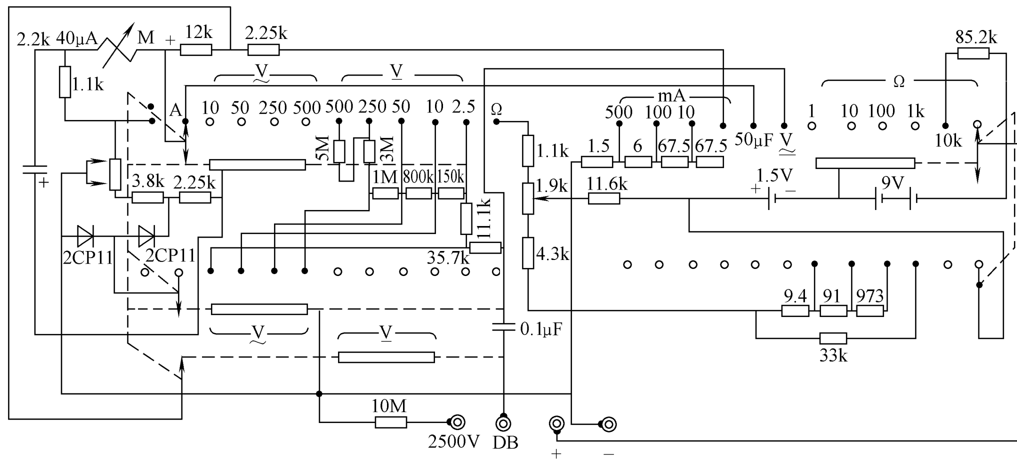


图 2-5　MF-500 型万用表电路图

3）在线路中测电阻时，应断电测量。测试电路中的电容器要先短路放电然后再测。电阻的量限，应选择适当，一般选择在测电阻阻值时，指针能停留在表头刻度的中心位置最易读数。在测量较高阻值的电阻时，不应将手触及电阻两端，这样会形成被测电阻与人体电阻并联，引起测量不准。

4）在测量电压或电流时，若被测线路上电压或电流的大小难以估计出来，应先把万用表的量程拨到最大挡测量，然后逐渐换小挡位。换挡时，要使两表笔离开测量体，不可带电换量程。

5）在测量直流电压或直流电流时，还需注意，应使被测量的极性与仪表的正负极性一致。测量电流时，应将万用表串联在电路中；测量电压时，应将万用表并联在电路上。

6）测量交流电压时，须考虑被测电压的波形，万用表只适用于测量交直流电压、交直流电流、电阻欧姆等参数。

34. MF-47 型万用表电路

万用表又叫多用表，它具有多种用途、多种量程、携带方便等优点。因此被广泛应用。万用表有两种：一种是模拟指针式万用表，具有直观、明了的特点，其指针的偏转与被测量保持一定的对应关系。另一种是数字万用表，它以数字形式（不连续、离散形式）显示被测量。两种万用表各有特点。数字万用表具有读数准确、精度高、电压灵敏度高、电流挡内阻小、测量种类和功能齐全、使用方便等优点，但不足之处不能反映被测量的连续变化过程及变化趋势；测量动态量时数字跳跃，价格偏高，维修困难。

MF-47 型是设计新颖的磁电系整流式便携式多量限万用表，可供测量直流电流、交直流电压、直流电阻等，具有 26 个基本量程和电平、电容、电感、晶体管直流参数等 7 个附加参考量程，量限多、分挡细、灵敏度高、体积轻巧、性能稳定、过载保护可靠、读数清晰、使用方便，适合于电子仪器、无线电电信、电工、工厂、实验室等广泛使用，如图 2-6 所示。

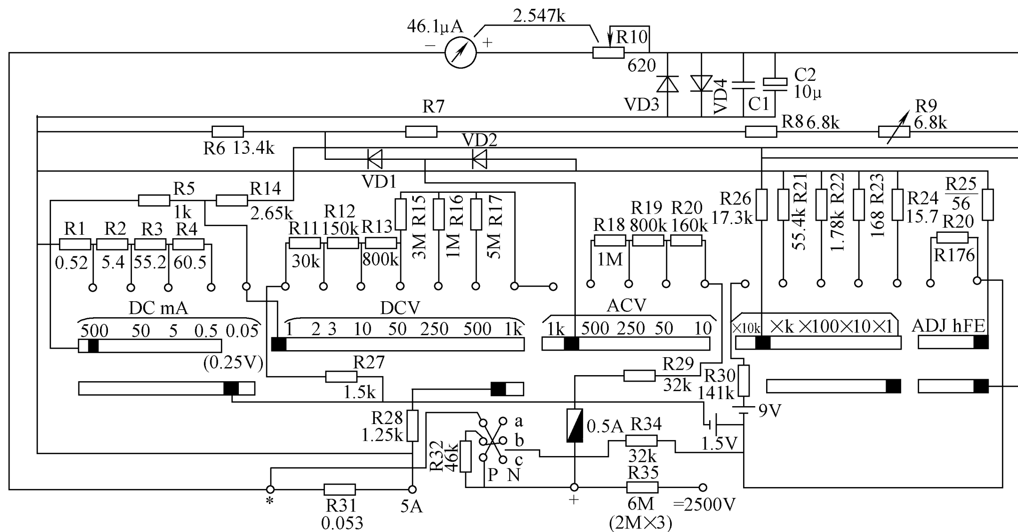


图 2-6　MF-47 型万用表

35. 数字万用表电路

M9700 是模拟和数字为一体的新型万用表，既可用指针读数，又可用数字读数。可用来测量交直流电压、交直流电流、电阻、电容、电感、频率、温度、音频、二极管参数、晶体管参数及电池测试，并具有数据保持、符号显示及背光照明等功能。该仪表结构精巧，操作容易，携带方便，9V 电池驱动。图 2-7 所示是 M9700 万用表的电路图。

36. 焊点测量仪电路

焊点测量仪可以用来测量焊接质量是否符合要求，检查电路是否通路。当焊点电阻小于 1Ω 时，仪器发出声音。当开路或焊点电阻大于 1Ω 时，仪器不发出声音，如图 2-8 所示。

运算放大器 μA741（LM324）做成一般的差动放大器，当测试探针 A、B 未接触测试点时，R3 上的压降使运放输出为负值，蜂鸣器不发出声音；反之，当探针两端电阻小于 1Ω 时，同相端比反相端电位高，运算放大器输出正电压。由 IC4093 等元件组成的振荡器工作，产生的音频电压信号使蜂鸣器发出声音。RP1 是用来调整发音的电位器，音量大小可通过 RP2 调整。

37. 电阻表电路

图 2-9 所示为多量程的电阻表。在这个电路中，运算放大器改由单电源供电，被测电阻 R_x 跨接在运算放大器的反馈回路中，同相端加基准电压 U_{REF}，得到

$$I = U_{REF}R_x/R_1(R_m + R_2)$$

可见，电流 I 与被测电阻成正比，而且表头具有线性刻度，改变电阻 R1 即可改变电阻表的量程。

这种电阻表不需要调零机构，这是因为测量短路时（即 R_x 的值为 0），电路成了电压跟随器，$U_o = U_{REF}$，故表头电流为零，实现了自动调零。

稳压管 VS 起保护电表的作用。如果没有 VS，当 R_x 超量程时，特别是当 R_x 的值趋于∞，即测量端开路时，运算放大器的

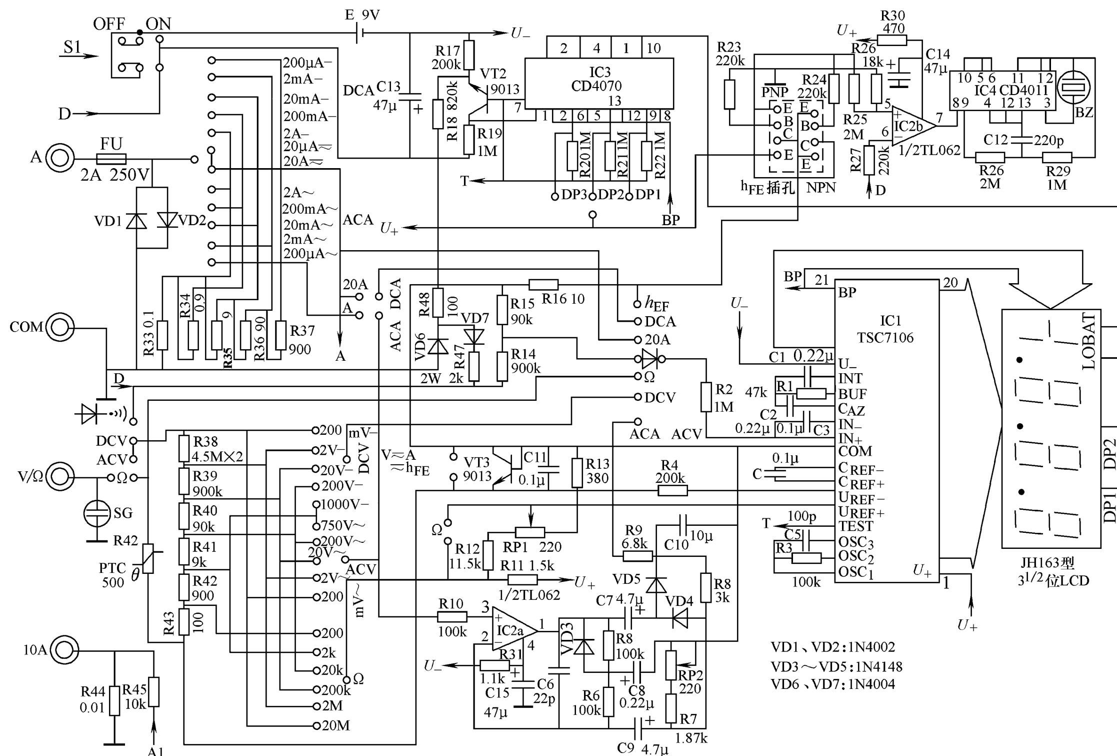


图 2-7 M9700 万用表

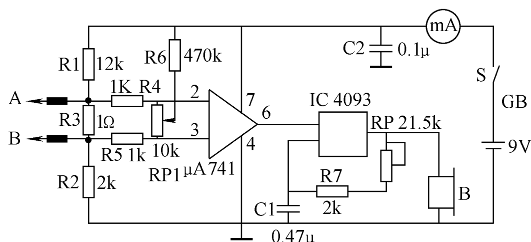


图 2-8　焊点测量仪电路图

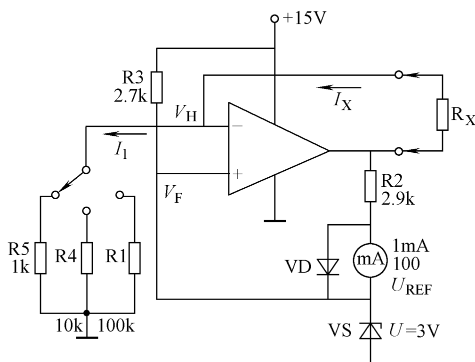


图 2-9　电阻表电路

输出电压将接近电源电压，使表头过载。为此，设置 VS 实现输出钳位，防止表头过载。

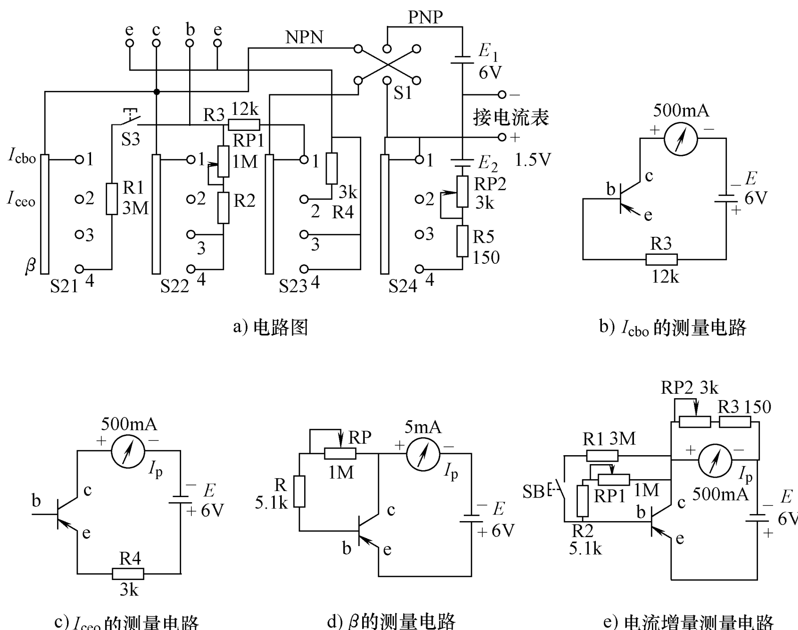
38. 晶体管参数测量仪电路

图 2-10a 是一个简易晶体管测试仪电路。它可以测量 PNP 型和 NPN 型小功率晶体管的集电极基极反向电流 I_{cbo}、穿透电流 I_{ceo}和共发射极电流放大系数 β。

电路说明：S1 是双刀双掷开关，做 PNP 型和 NPN 型晶体管的测量选择。扳动这个开关，能够把电源 E_1 的正负极颠倒过来。S2 是由 S21、S22、S23、S24 组成的四刀四掷开关。下面以 PNP 型为例，对测量 I_{cbo}、I_{ceo}和 β 的电路做些说明。

1）I_{cbo}的测量，将 S2 转到 1 处，这时候发射极是开路的，

集电极接电源负极，基极接电源正极。电阻 R3 是限流电阻，以防电路接错或者由于插入已经击穿的晶体管而损坏电流表。电流表可以选用 100 ~ 500 微安挡。由于小功率锗管的 I_{cbo} 大约是 1 ~ 10μA，硅管在 1μA 以下，所以电流表指针只有微小偏转，如图 2-10b 所示。



a) 电路图　　b) I_{cbo} 的测量电路

c) I_{ceo} 的测量电路　　d) β 的测量电路　　e) 电流增量测量电路

图 2-10　晶体管元件测试电路

2）I_{ceo} 的测量，将 S2 转到 2 处，电路如图 2-10c 所示。这时候基极是开路的，集电极接电源负极，发射极接电源正极。电阻 R4 是限流电阻。小功率锗管的 I_{ceo} 从几个微安到几百个微安，硅管的 I_{ceo} 在几个微安以下。电流表可以选用 100 ~ 500 微安挡。

3）β 的测量，先把 S2 转到 3 处，电路如图 2-10d 所示。这时候，电阻 R2 和可变电位器 RP1 串联成偏流电阻，调节 RP1，

可以使晶体管集电极电流从零点几毫安到几十毫安。电流表可以选用 5 ~ 10 毫安挡。集电极电流不同，测得的 β 值是有变化的。可以根据晶体管的用途选用集电极电流，比如做变频、中放的，可以用 0.5 ~ 1mA，做低放的，可以用 1 ~ 2mA，做推挽的，可以用 5 ~ 10 毫安等。

4）集电极电流调好后。把 S2 转到 4 处，电路如图 2-10e 所示。这时候，电源 E 通过 R5、RP2 给电流表一个反向电流 I_p，调节 RP2 可以使 $I_p = I_c$，电流表的指针指零。

最后按下常开按钮开关 SB，通过 R1 使基极得到基极电流增量 ΔI_b。$\Delta I_b = 6V/3M\Omega = 2\mu A$。经过晶体管放大，集电极也获得集电极电流增量 ΔI_c。这时候电流表的指针偏转，它的读数就是集电极电流增量 ΔI_c。

电流放大系数就可以从下式求得

$$\beta = \Delta I_c / \Delta I_b$$

测量完了，先要把电流表改为 5 ~ 10 毫安挡，以保护电流表，再把 S22 转回到 1 处，然后拔下晶体管。

39. 电缆断裂测量仪电路

本装置使用单一的探针来测试多路电通断与否并指示哪一端断裂，如图 2-11 所示。

4060 等元件组成 20kHz 振荡器，而连接的 100kΩ 和 200pF 阻容元件可以改变此频率。IC 的 Q4 等每个输出可驱动发光二极管或压电蜂鸣器，以提供必要的指示。本电路安装于一个金属盒内。以一只手握住电缆，另一只手握住测试器，并顺序以探针接触电缆的各引脚，如果该引脚已接上，则杂散电容将使得音调频率降低。在电缆的另一端进行相同的测试。断裂处应是在频率最不受杂散电容影响的一端。以探针接触电缆的一引脚，一个手指接触电缆的另一端头，进行一对一的检查，如果电缆完好，则振荡器将会停止振荡。电动机和大型电感内部线圈的短路，也可采用互相比较的方式来检查。

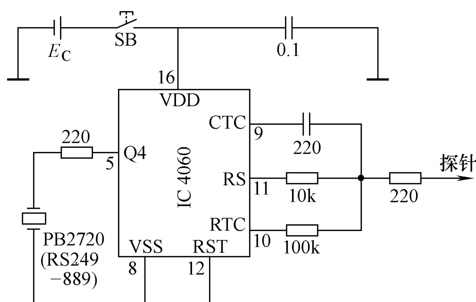


图 2-11　电缆断裂处测试装置

40. 4½位智能电压表电路

由 MAX1494 构成 4½位智能电压表的电路如图 2-12 所示。采用单电源供电时，在模拟电源输入端与数字电源输入端必须加退耦电路。电源退耦电路由小电感（L）和电容（C3～C6）组成。L 为用铁氧体材料制成的磁珠，亦可用 10Ω 的小电阻来代

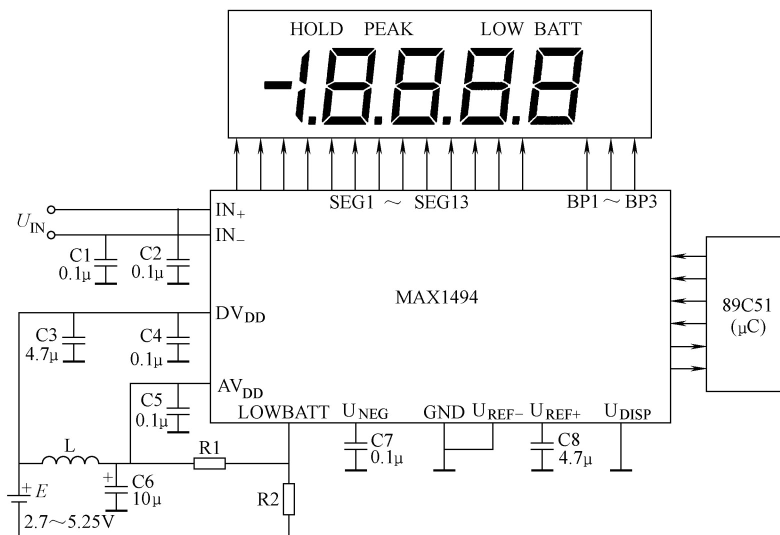


图 2-12　4½位智能电压表的电路

替。C1、C2 用来滤除模拟输入端的干扰电压。通过电阻 R1、R2 可设定低电压指示的阈值电压。

在设计印制电路板时要注意以下事项：第一，尽量避免在公共数字地线附近布线，因为这会导致噪声电压增大；而在靠近公共模拟地线的位置上布线，可使噪声电压为最小；第二，时钟信号线应尽量短捷，不得与其他引线相交叉，以免造成干扰；第三，数字信号与模拟信号应分开布线，避免交叉。

41. 数字式应变仪电路

由 MAX1494 构成数字式应变仪的电路如图 2-13 所示。应变桥由电阻应变片 R_x、温度补偿片 R0、标准电阻 R1 和 R2 组成。由 MAX1494 内部的基准电压提供桥路电压，MAX1494 的差分输入端接应变桥的输出电压，电压范围是 ±200mV ~ ±2V。

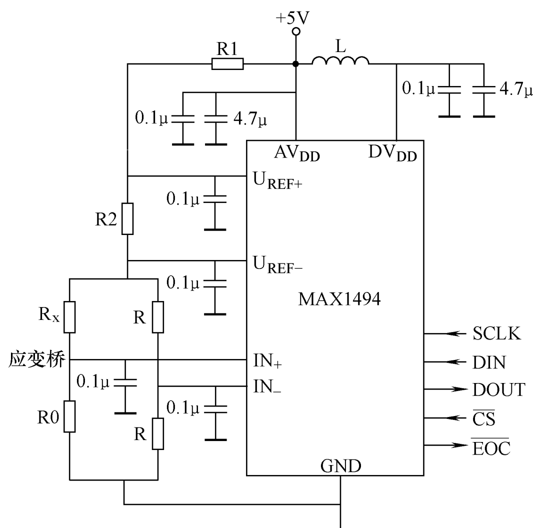


图 2-13　数字式应变仪电路

42. 热电偶测温仪电路

由 MAX1494 和热电偶构成测温系统的电路如图 2-14 所示，MAX1494 的 IN_ 端接地。利用外部温度传感器（例如 DS75）和

单片机可完成冷端温度补偿工作。MAX1494 采用外部基准，由 MAX6062 提供 2.048V 的基准电压。

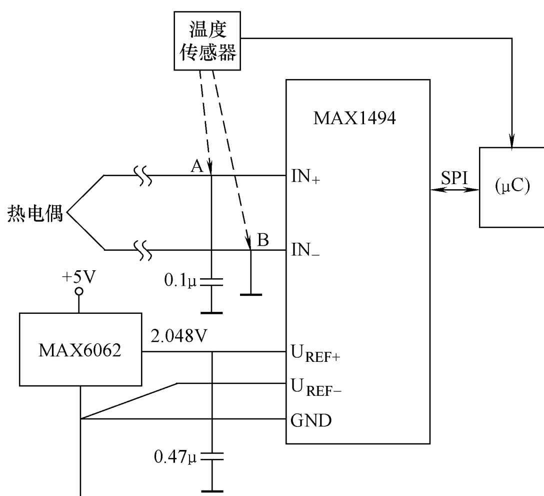


图 2-14　热电偶构成测温电路

43. 自行车车速表电路

自行车是常用的交通工具，如果配上自行车车速表，就能掌握骑车速度，特别对自行车运动员来说，平时训练，合理分配途中车速，掌握快慢节奏，是一种很好的方法。

自行车车速表的电路如图 2-15 所示。这个车速表利用自行

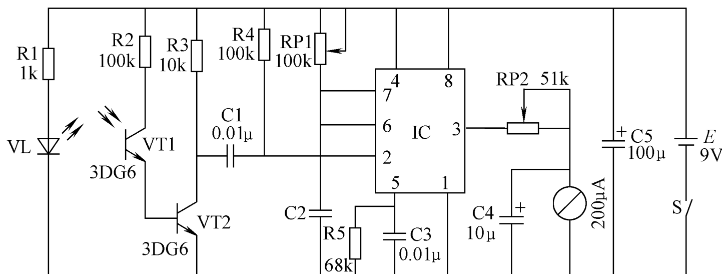


图 2-15　自行车车速表电路

车骑行速度与车轮转动成比例关系，把车轮转动频率线性转换成直流电压，并取出其脉动电压值由电压表显示，电压值对应骑行车速。骑行时红外光检测器在车轮每转动一周时发出一次脉冲，使晶体管 VT2 导通产生一个下跳脉冲去触发时基集成电路 555 构成的单稳态电路。骑行速度越快，红外光检测器两次脉冲发出的时间就缩短，单稳电路输出高电平次数增加，其直流平均值由电压表指示。电表刻度以速度单位 km/h 表示，自行车车轮的转动次数可根据车轮周长计算而得。目前常用的自行车有 28in[㊀]、26in、24in、20in 4 类，刻度定 4 条即可。以 28in 自行车计算，如 40km/h 速度行驶时，车轮转动约 2.5 次/s。故单稳电路定时电阻 RP1 和电容 C2 值可选用 100kΩ 和 0.47μF。

在自行车车速表中，红外光检测器可用任何红外对管，VL 及 VT1 装于专门支架中，支架用金属薄板自制，形状可参考车锁结构，并在装支架的自行车前轮辐条上装一片遮挡物，使得车轮每转动一周时，红外光检测器被遮光一次。晶体管 VT2 用 9014 硅 NPN 型晶体管，β 值选 120 左右。时基集成电路选用 NE555。电位器 RP1、RP2 均选用 WH7 型微调电位器，其余电阻均用 RTX 型 1/8W 碳膜电阻。表头选用 91C2 型的。其余电容均选用 CJ11 金属化纸介电容。

44. 绝缘耐压测试仪电路

这种绝缘耐压测试仪可测灯具，将待测灯具与 A、B 两接线柱接好，按下按钮 SB1，中间继电器 KA1 得电并自锁；然后将调压器 VT（1∶10，输出 0～250V）调至需测的电压值，如需调到 1500V，则将 VT 调到电压表指示 150V（同理，作 2000V 耐压时，调到电压表指示 200V），经时间继电器 KT 延时后，电源自动切断，如图 2-16 所示。

若被测物绝缘击穿，电流即迅速增加，电流继电器 KI 动作，KA2 得电动作并自锁，KA1 失电，KA1 的常开触点切断主电路

㊀ 1in = 25.4mm。

电源，蜂鸣器 HA 发出声响，按下 SB2 后电路全部关断。应用操作这种仪器时，要特别注意人身安全，工作通电时，高压测试区禁止人靠近。

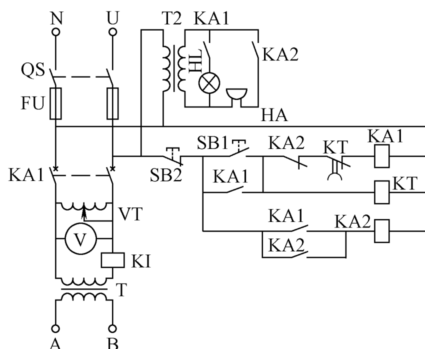


图 2-16　绝缘耐压检测仪电路

45. 继电器检测仪电路

热继电器在长期通电过程中易出现热老化现象，使其动作特性会改变。要保持特性的一致性和稳定性，一个最重要的措施就是对热继电器进行定期校验。

热继电器校验台如图 2-17 所示，它主要由调压器 TV、降压变压器 T、滑线电阻 R、410 型毫秒表等元件组成。

三相双金属片（热继电器 FR）应串联起来，接入试验回路。校验前，先检查热继电器的刻度电流与电动机的额定电流（I_N）是否相符。然后给热继电器通以 1.05A（额定电流，通过调整 R 实现），检查其同步性，即三相双金属片是否同时接触。如不同步，则用平口钳钳住双金属片与支架点焊处，来调整同步性。同步性调好后，首先做起动试验，给热继电器 FR 通以 $6I_N$ 的电流，它在 5s 内不应动作；其次做运行试验，使热继电器加热到稳定热态，过 30min 后，慢慢地调节 R，使 FR 动作，再稍往回旋一点，使 FR 触点断开；再将试验电流提高到 $1.2I_N$，此时应在 20min 内动作。这样，热继电器的整定校验方告结束。

调整校验时应注意以下两点：①不允许用钳子钳弯双金属片，以免影响保护的稳定。②校验连接导线应有足够的截面积，以免影响动作时间。

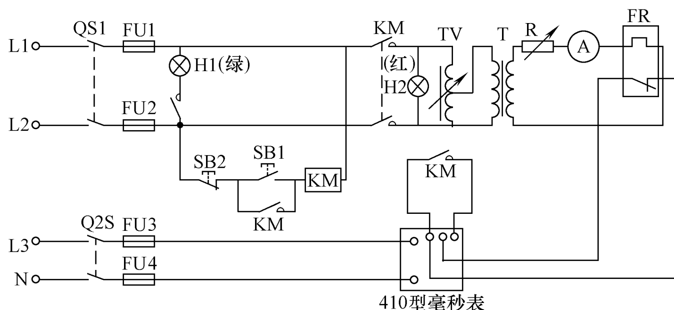


图 2-17　继电器检测仪电路

46. 带温度补偿的湿度仪电路

一种带温度补偿的湿度测量仪电路如图 2-18 所示。在 0 ~ 100% RH 时相应输出为 0 ~ 10V。IH-3605 的输出信号经运放 A1

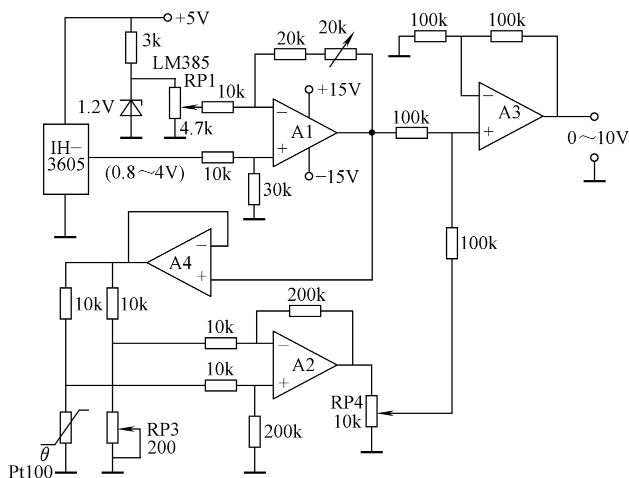


图 2-18　带温度补偿的湿度仪电路

处理，使在0% RH 时，输出为0V（由 RP1 输出的电压与0% RH 输出的电压相等）；在 25℃ 时，100% RH 的输出为 10V。Pt100 铂电阻为温度传感器，经运放 A2 放大，输出与温度成比例的信号。Pt100 及 RP3 与两个 10kΩ 电阻组成测量电桥，其工作电压由运放 A1 输出提供，以满足图 2-18 的补偿特性。A3 为加法器，将湿度放大后的信号及温度补偿信号（取自 RP4）相加，其输出电压即是经过温度补偿的输出电压。

第3章　电子测量电路

47. 单相功率的测量电路

电路功率用功率表测量，功率表（又称为瓦特表）是一种电动式仪表，其中开关往上扳时，测量功率；往下扳时，测量功率因数，采用数字式显示。

图3-1所示是单相电路功率测量电路，功率表W由电压和电流线圈组成，电流线圈与电流表串联，而后与负载Z连接；电压线圈与负载并联，二线圈同名端相连后与电源正端连接。

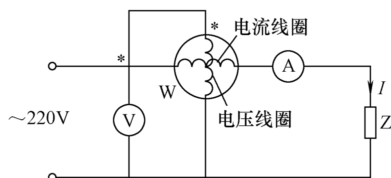


图3-1　单相功率的测量电路

接通电源后，功率表显示负载功率，开关置 $\cos\varphi$ 处，则可测量负载的功率因数。电路中有电压表和电流表，可同时测量电压和电流。

48. 三相功率的测量电路

（1）三相四线制供电，负载星形连接（即Y_0 接法）

对于三相不对称负载，用三个单相功率表测量，测量电路如图3-2所示。三个单相功率表的读数为 W_1、W_2、W_3，则三相功率 $P = W_1 + W_2 + W_3$。

这种测量方法称为三瓦特表法；对于三相对称负载，用一个单相功率表测量即可，若功率表的读数为 W，则三相功率 $P = 3W$，称为瓦特表法。

（2）三相三线制供电

三相三线制供电系统中，不论三相负载是否对称，也不论负载是“Y”接还是“△”连接，都可用二瓦特表法测量三相负

载的有功功率。测量电路如图 3-3 所示，若两个功率表的读数为 W_1、W_2，则三相功率 $P = W_1 + W_2 = U_l I_l \cos(30° - \varphi) + U_l I_l \cos(30° + \varphi)$，其中 φ 为负载的阻抗角（即功率因数角）。两个功率表的读数与 φ 有下列关系：

1）当负载为纯电阻，$\varphi = 0$，$W_1 = W_2$，即两个功率表读数相等。

2）当负载功率因数 $\cos\varphi = 0.5$，$\varphi = \pm 60°$，将有一个功率表的读数为零。

3）当负载功率因数 $\cos\varphi < 0.5$，$|\varphi| > 60°$，则有一个功率表的读数为负值，该功率表指针将反方向偏转，这时应将功率表电流线圈的两个端子调换（不能调换电压线圈端子），而读数应记为负值。对于数字式功率表将出现负读数。

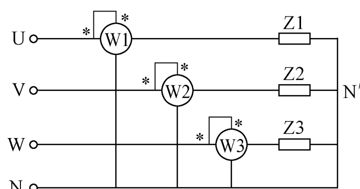


图 3-2　三相四线制负载星形连接

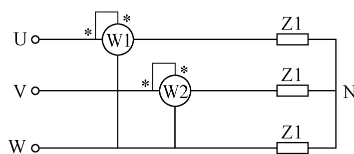


图 3-3　三相三线制负载星形连接

49. 测量三相对称负载的无功功率电路

在三相对称系统中，三相电压完全对称，各相负载阻抗完全相同，则各相电流亦完全对称，此时仅需用功率表测出一相负载的有功功率 P，再乘以 3 倍，则得三相总功率，即

$$P = 3P_{\varphi} = 3U_{\varphi} I_{\varphi} \cos\varphi$$

为了测得三相无功功率，可以按图 3-4 接线，将功率表的电流线圈串入任意一相线路中，而将电压线圈电路接到另外两相的电源端上。由于三相电

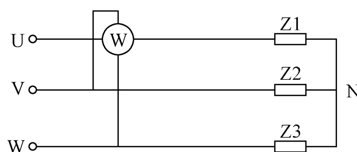


图 3-4　无功功率的测量

路中任意两相间的线电压总是与星形连接时的第三相相电压相位差 90°，所以此时功率表的读数为 $W=U_l I_l \sin\varphi$，其中 φ 为负载的阻抗角，则三相负载的无功功率 $Q=\sqrt{3}W=\sqrt{3}U_1 I_1 \sin\varphi$。

50. 三相交流电检测电路

图 3-5 所示是一个简单的三相交流电检测器电路，用于检测三相交流电源是否缺相和相序是否正确。当 U、V、W 三相正确接至晶闸管 VTH 的 A、G、K 三极时，发光二极管 LED 发光，若连线有误，VTH 的导通时间变短，VL 的亮度大减，而当三相交流电中缺少任何一相或者一相以上时，VTH 截止，LED 熄灭。

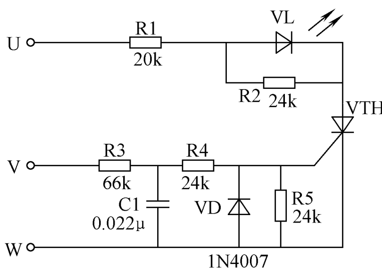
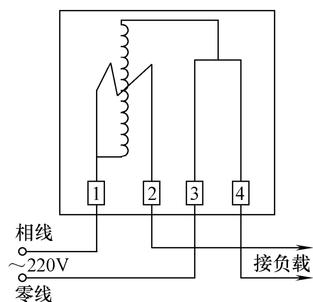


图 3-5　三相交流电检测电路

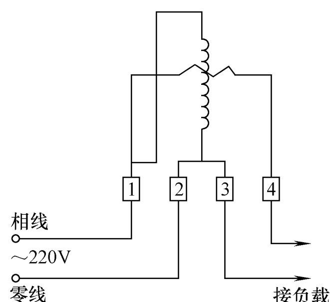
51. 单相电能表的测量电路

电能表的选用是根据所选电能表的容量与电路中负载的大小来确定的，容量或电流选择大了，电能表不能正常转动，会因本身存在的误差影响计量结果的准确性；容量或电流选择小了，会有烧毁电能表的可能。一般应使所选用的电能表负载总瓦数为实际用电总瓦数的 1.25 ~4 倍。例如，家庭照明和家用电器总用电量约为 1100W，再乘以 1.5 倍，即为 1100W ×1.5 =1650W，选用电流容量为 10A 的电能表为宜。

选用电能表时，还要注意电能表壳上的铅封是否损坏。一般电能表在出厂前要进行准确性校验，检查合格后，要对电能表的可拆部位做铅封，用户不得私自打开铅封。若铅封损坏，必须经有关部门重新校验后方可使用。电能表的测量方法有两种，如图 3-6 所示。



a)



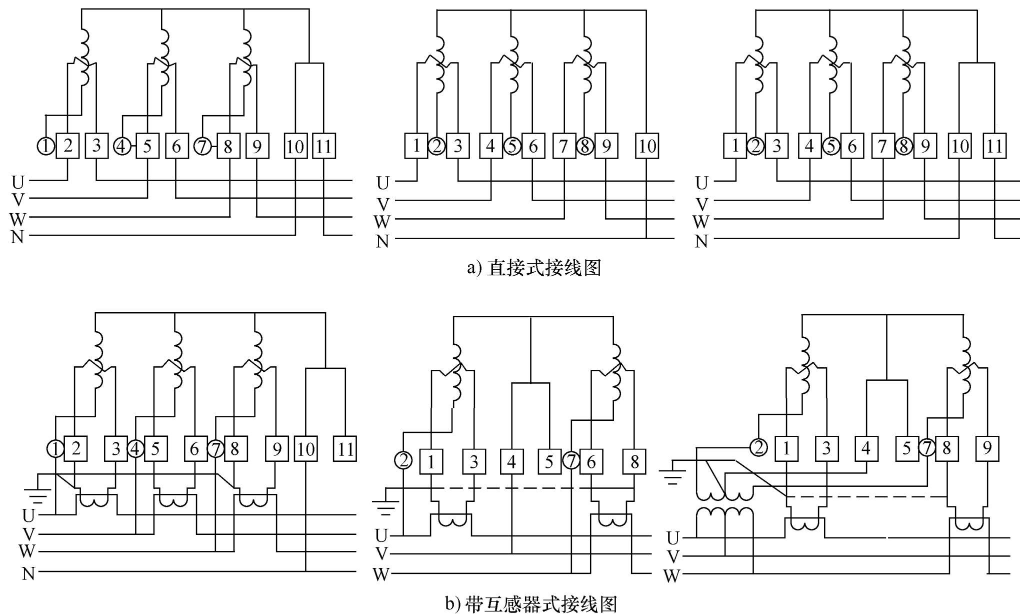
b)

图 3-6　单相电能表接线图

52. 三相电能表的测量电路

三相电路有功电能表用于三相三线制和三相四线制电路中，根据不同的负载要求，可用一表法、二表法、三表法测量。每个电能表由电压线圈和电流线圈组成，第一组元件的电压线圈和电流线圈分别接 U_{uv} 和电流表；第二组元件的电压线圈和电流线圈分别接 U_{wv} 和第二个电流表。接线时，如果将任一端子接错，就会使铝盘反转，或虽然正转但读数不等于三相电路所消耗的电能，这一点要特别注意。

三相电能表接线图如图 3-7 所示。图 3-7a 所示为直接式接线图，图 3-7b 所示为带互感器式接线图。



a) 直接式接线图

b) 带互感器式接线图

图3-7 三相电能表接线

53. 相序测量指示电路

三相电源的相序对某些设备有直接影响。例如，相序不同，三相电动机的转动方向就不同；相序有错，电能表的计量就不准确。因此，常常要预先知道三相电源的相序。

图 3-8 中有三种相序指示器，均能指示三相电源的相序。

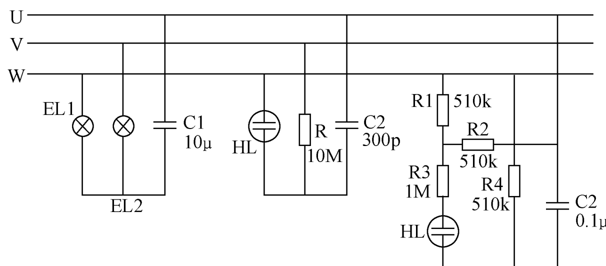


图 3-8　相序指示电路

左边的相序指示器使用两只灯泡和一只电容器。在 U、V、W 顺向相序时，左边的灯泡暗，右边的灯泡较亮；而在逆向相序时，则相反，即左边的灯泡较亮，右边的灯泡较暗。

中间的相序指示器使用氖灯和电阻代替左边的相序指示器中的两只灯泡，功耗大为降低，使用起来也方便。氖灯在相序指示器中相当于加有自动开关的指示灯：顺向相序时，氖灯不亮；逆向相序时，氖灯亮。这种相序指示器，要么亮，要么不亮，指示明确、可靠。

右边的相序指示器与中间的相序指示器的指示方式相同，但电路复杂。

54. 电感线圈短路测量电路

该仪器用于测试几百伏安以下变压器的内部短路。电路简单，制作调试容易。

该仪器电原理图如图 3-9 所示。图中，晶体管 VT 与电感线圈 L 及电容 C4、C5 等构成电容三点式振荡电路。当被测的电感线圈跨接到振荡回路的 A、B 端时，如果无内部短路，因呈高阻

抗，不影响振荡器工作，此时毫安表读数变化甚微。而如果被测线圈内部有短路，那么呈低阻抗，使振荡回路的 Q 值下降，造成振荡减弱或停止，这时毫安表的读数会快速下降。图中，R5（限流）、VD1（稳压）和 C1（滤波）构成简易稳压电源。

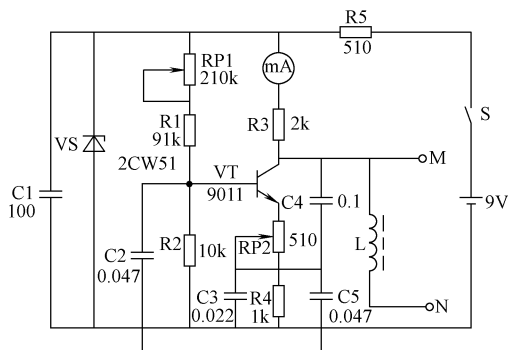


图 3-9　电感线圈短路测试电路

VT 的电流放大倍数 β 应不小于 100。L 可采用 MXO-2000-GU36 × 22 的罐形磁心，用 ϕ0. 35mm 的漆包线绕 120 匝。为了缩小体积，电源可用 9V 叠层电池。毫安表可用万用表的相应电流挡替代。其余元器件按图 3-9 所示型号或参数选用。

把所有元器件设计安装在一小块印制电路板上，整机可以装到一只精致的肥皂盒内或自己设计制作的小机壳内。开关 S 和毫安表的测试棒插座应安装在机壳上，便于使用。

调试步骤如下：

先把 RP1、RP2 的阻值调到最大，然后缓慢减小 RP1，这时毫安表的读数应上升；当毫安表的电流上升到 0. 4mA 时，再继续减小 RP1 的阻值时，毫安表的读数会突然跳到 1. 2 ~ 1. 4mA，这说明振荡器已起振了。然后再调节 RP2，使毫安表的读数在 1. 4 ~ 1. 6mA。最后把一个变压器人为地造成短路（即用导线从线包和铁心之间的空隙穿绕 1 ~ 2 圈，并把其首尾相接做成一个短路环），进行测试，毫安表的读数应从 1. 4mA 突降到 0. 4mA；

如果只降到 1.2mA，说明 VT 的振荡幅度太大，这时应增大 RP1 的阻值，致使毫安表突降到 0.4mA 左右为止，这时即可封死可调电阻 RP1，调试结束。

55. 接触电阻测量电路

接触电阻测量电路如图 3-10 所示。它主要由恒流电路和放大电路组成。运放 IC1 和晶体管 VT 构成一个跟随器，R3 两端的电压等于稳压管 VS 的额定稳定电压。由于 R3 的阻值固定，因此，通过 R3 的是一个恒定的电流。被测电阻串在 A、B 端，在 R3 与被测电阻的连接点，分值电流很小，所以可以把通过被测电阻与 R3 的电流视为相同，这样，A、B 端间的电压仅与接在 A、B 端被测电阻有关（成正比关系），对电阻的测量转换成对电压的测量。运放 IC2 和其外围阻容元件构成反向放大器，对 A、B 间的电压进行放大，放大倍数为 R_4/R_2。C1、C2 是 7650 所需的记忆电容。毫伏表接在 IC2 的输出端，测量 IC2 的输出电压。假定 IC2 的输出电压为 U_o、电压放大倍数为 K_v，VD1 的额定稳定电压为 U_w，被测电阻为 R_n，则有

$$U_o = U_w R_4 R_n / R_3 R_2$$

$$R_x = R_2 R_3 U_o / R_4 U_w$$

图中，T、VD3 ~ VD6、IC3 等元器件构成直流稳压电源，在测量仪使用交流市电时，输出稳定的 12V 电压。

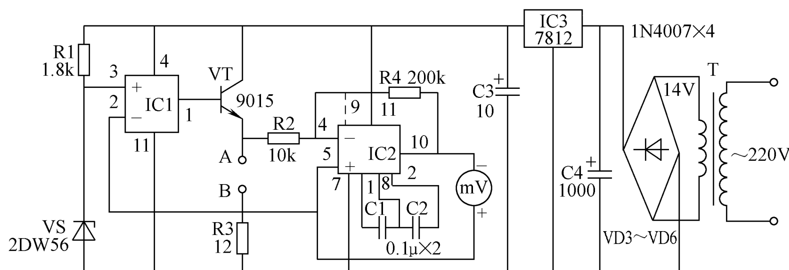


图 3-10　接触电阻测量电路

56. 压力测量电路

图 3-11 所示是一种测量电路，当作用力为 0 ~ 1 500g 时，U_o 输出为 0 ~ 1 500mV（灵敏度 1mV/g）。电源由 ±12V 供电，压力传感器由 12V 经 3 个二极管降压后（约 10V）供电。A1 ~ A3 组成仪器放大器，其差动输入端直接与压力传感器②脚、④脚连接。A4 接成跟随器，输入电位器 RP2 的电压，其作用是消除零点输出，即作用力为零时，若电桥有不平衡输出或放大器有失调电压时，可以调整 RP2，使输出 U_o = 0V。调整 RP1（调放大倍数）可以在满量程 1 500g 作用力时，使 U_o = 1 500mV。

为保证仪器放大器的精度，电阻应采用金属膜电阻，A1 ~ A3 中的电阻精度为 1% 为佳。

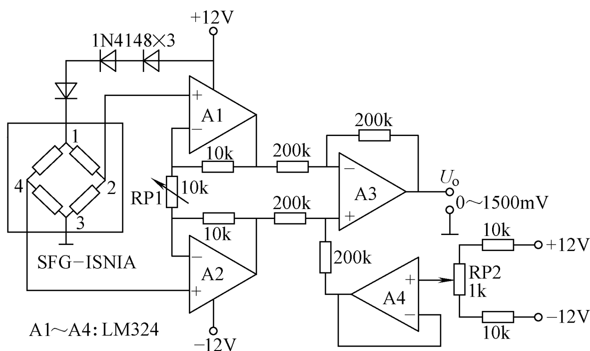


图 3-11　压力测量电路

57. 土壤湿度检测电路

科学种田，要掌握土壤的湿度。土壤湿度测试电路，可以粗略地判断土壤的湿度。采用 LED 七色发光二极管来指示土壤相对湿度的大小，使用十分方便，且非常有乐趣。

土壤湿度测试仪电路由湿度传感器检测探头、晶体管 VT、二极管 VD1 ~ VD6、发光二极管 LED1 ~ LED7、电位器 RP、电源开关 S 和 9V 电源组成，如图 3-12 所示。

在湿度检测探头未插入土壤中或土壤太干时，VT 和 VD1 ~

VD6 均处于截止状态，VL1 ~ VL7 均不发光。当土壤有一定湿度时，土壤中的水分使湿度检测探头两电极之间的阻值变小，VT 导通，VL1 ~ VL7 顺序点亮，依次发出棕、红、橙、黄、绿、蓝、紫七种颜色，土壤的湿度越大，VT 的导通能力越强，点亮发光二极管的个数就越多。按照发光二极管点亮的多少，来说明土壤的湿度大小。

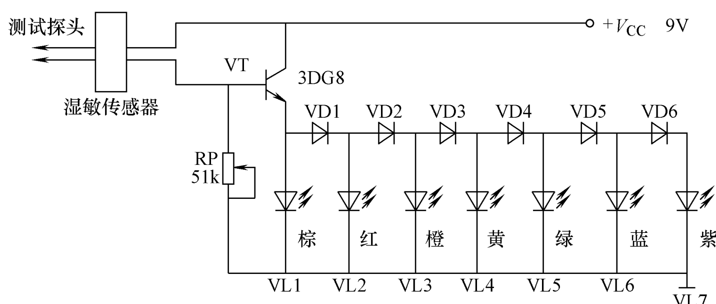


图 3-12　土壤湿度测试器电路

58. 红外线人体探测电路

人体红外探测器是采用红外线传感器，它能以非接触形式检测出物体放射出来的红外线能量变化，并将其转换成电信号输出。它的封装通常有金属封装及塑料封装两种形式，热释红外线传感器从内部结构上区分，有单元件和双元件两种。双元件型接收波长为 6.5 ~ 14μm，适用于防盗系统人体感应。单元件型接收波长为 1 ~ 20μm，适用于温度遥感，但同样可应用于防盗及自动控制系统。

为了提高热释红外线传感器的接收灵敏度，通常在传感器前外加菲涅耳透镜，使得大量的红外线光脉冲进入热释红外线传感器，提高控制距离，一般可达 10m 以上。图 3-13 所示是一个双脉冲人体红外探测器。这个电路采用双元件型热释红外线传感器作为电路的探测器，当探测器接收到人体信号时，输出一个微弱的低频信号，其频率约为 0.3 ~ 3Hz。A_{1-4}和 A_{1-3}组成两级低通滤

波放大器，A_{1-1}和 A_{1-2}组成窗口比较器。A_{2-1} ~ A_{2-4}构成单限比较器，U_o 端高电平表示有输出信号。U_{o1}端可用于检测缓变信号。

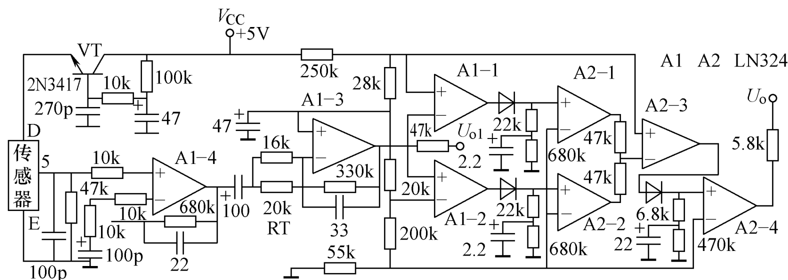


图 3-13　红外线人体探测电路

59. 超声波测距电路

图 3-14 所示为超声波发送/接收测距电路，由同一个超声波换能器担任，其工作频率为 40kHz。发送及接收状态由时基电路 555 来控制，在电路中增加一个 1N4007 二极管后可使发送超声波时间缩短，接收时间加长。555 电路③脚输出的方波通过 10kΩ 电阻被送到 LM1812 的⑧脚，接收信号由电容 C4 耦合输入到 LM1812 的④脚，检测信号由⑭脚输出。测距范围为 0 ~6m。

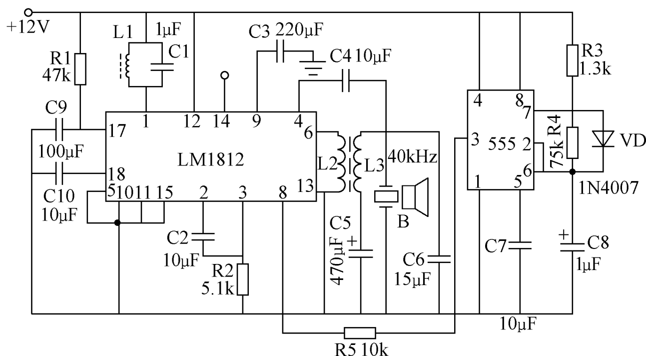


图 3-14　超声波测距电路

60. 超声波直接探测电路

直接探测方式的接收/发送相配对，如接收到超声波（有信号电压）时，说明接收/发送器中间没有被测物体。反之，接收不到超声波（无信号电压）时，则说明中间有被测物体。

超声波直接探测电路如图 3-15 所示。发送超声波传感器的驱动电路采用 NE555 构成他励式振荡电路。调整 RP_1 使接收超声波传感器的输出电压最大，RP_2 用于调节时滞电压。

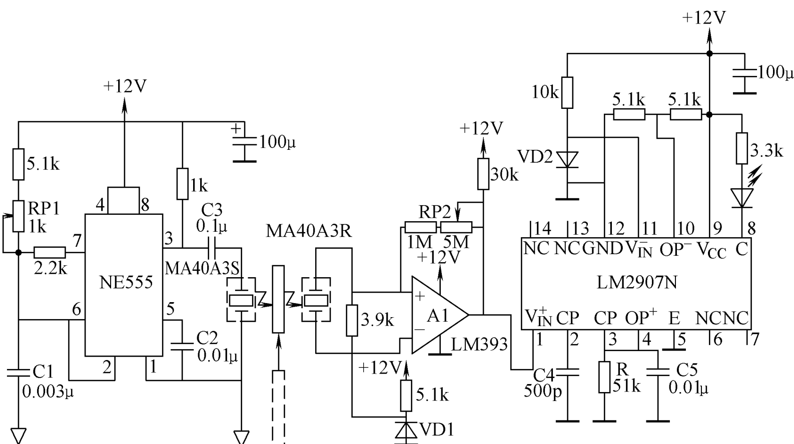


图 3-15　超声波直接探测电路

用 LM393 比较器放大信号，超声波传感器 MA40A3R 的输出信号作为其输入，LM393 输出的是方波信号。

LM393 的输出接到转速表专用 LM2907N。LM2907N 片内设有频率/电压转换电路和比较电路，LM2907N 的输入要求随频率变化的信号。此要求与 LM393 的输出方波信号相适应。

因 LM393 输出电压不够低电平，所以 LM2907N 的 V_{IN}（11 脚）要加上二极管的正向偏置电压（0.6V），加在 LM393 的电压振幅上。

LM2907N 的转换电压与片内比较器电压进行比较，并经过比较器输出。当 $f_{IN}=40kHz$ 时，满度转换输出电压为 12V。如果

比较器（10 脚）加入 $U_{CC}/2=12V/2=6V$ 的比较电压，则高于 20kHz 时，比较器的输出是高电平，片内晶体管导通，LED 发光。平时无物体挡住超声波时，输入频率为 40kHz。

如果有物体挡住超声波，MA40A3R 没有接收信号，LM2907N 比较器输出低电平，片内晶体管截止，VL 熄灭。

电路元件参数见原理图。

61. 电感测厚电路

1）电路组成

电感测厚电路由电桥式相敏检波测量电路组成，如图 3-16 所示。图中电感 L1 和 L2 为电感传感器的两个线圈，由 L1、L2 构成桥路相邻两桥臂，另外两个桥臂是 C2、C3。桥路对角线输出端由 VD1～VD4 和附加电阻 R1～R4 组成相敏整流器，电流由电流表 PA 指示。RP1 是调零电位器。RP2 用来调节电流表满刻度值。电桥电源由变压器 T 供电。T 采用磁饱和稳压器，R5 和 C1、C4 起滤波作用。

2）电路工作原理

当电感传感器中的衔铁处于中间位置时，$L_1=L_2$，电桥平衡，$U_o=U_d$，电流表 PA 中无电流流过。

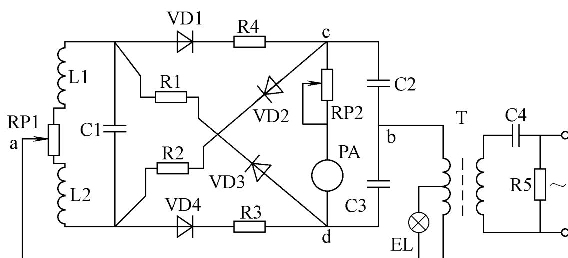


图 3-16　电感测厚电路

当被测件的厚度发生变化时，$L_1 \neq L_2$，此时分两种情况：

（1）若 $L_1>L_2$，不论电源极性瞬间如何，则 d 点电位总是高于 C 点电位，电流表 PA 的指针向一个方向偏转。

（2）若 $L_1<L_2$，C 点电位总是高于 d 点电位，PA 的指针向

另一个方向偏转。

根据电流表的指针偏转方向及刻度看出衔铁的位移方向，同时计算出被测件的厚度变化量大小。

62. 电热毯内部断线测量电路

图 3-17 所示为电热毯内部断线查找电路，其工作原理是：M 点焊有一根 2cm 左右的导线为感应体，当感应体靠近带电的市电相线侧时，感应电压经 VD 整流，由 VT1 ~ VT3 组成的复合管放大，加到 VT4 的基极，使 VT4 导通，LED 发光显示；而当感应体远离相线或相线不带电时，因无感应电压，VT1 ~ VT3 无输出，VT4 得不到偏流而截止，VL 熄灭。

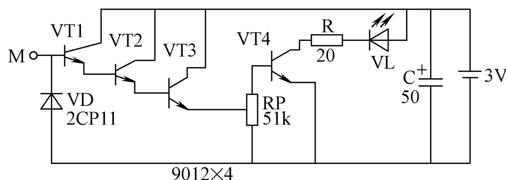


图 3-17　电热毯内部断线测量电路

下面介绍元件选择及制作。

晶体管的值 $\beta > 20$，I_{ceo}尽可能小；发光二极管 VL 可任选一种型号；电阻 R 的数值一般为几十欧，RP 为半可变电阻。

调试时，应将感应体（感应试电笔）靠近带电相线，改变 RP 的阻值，使 LED 由熄灭到发光，而当离开相线时，VL 应熄灭。

使用测电笔检查电热毯时，应将电热丝与电源线的两个接头断开任何一个，用绝缘包布将断开的线头包好，再把电源线插头与电阻丝相连的一侧插入带电的相线插孔（为防触电，也可串一个耐压足够的小电容），使测电笔的感应体靠近电热丝，从没有断开的那一头顺次寻找，一旦 VL 熄灭，便找到了折断处。

63. 湿度测量电路

适用于有湿度限制的场合，当湿度超过规定值时发光报警。

电路如图 3-18 所示，由湿敏电阻 Rs 和 555 时基集成电路等

组成。当湿度上升时，湿敏电阻 Rs 阻值下降，电阻 R1 上交流电压增大，经 VD2 整流后在电位器 RP 上产生的直流电压就升高。当湿度升高到限定值以上时，555 时基电路的触发端②脚和阈值端⑥脚电压升高到电源电压的 1/3（即 $1/3V_{cc}$），其输出端③脚输出变为低电平，发光二极管 VL 发光报警。这时，应进行去湿。当湿度低于一定值时，Rs 阻值升高，则 R1 上电压降低，555 时基电路的②、⑥脚电压低于电源电压的 1/6（即 $1/6V_{cc}$）时，输出端③脚输出变成高电平，VL 熄灭。555 时基电路控制端⑤脚的外接电阻 R3 可改变 555 的输入电平阈值，且使⑤脚电压降为其电源电压的 1/3 左右（即 $1/3V_{cc}$）。555 时基电路直流电源电压是由市电经变压器变压、VD1 半波整流、电容 C1 滤波、稳压管 VS 稳压成 7V 左右提供。

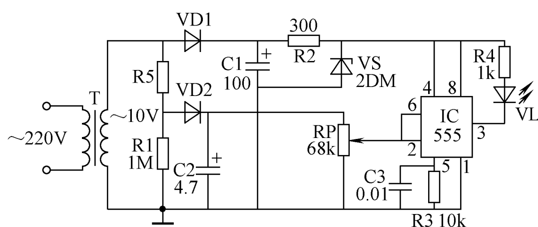


图 3-18　湿度测量电路

64. 粮食湿度测量电路

粮食收购季节，粮管部门对粮食的湿度有一定的要求。目前很多地方仍采用手摸牙咬的最简单的方法来判断粮食的湿度，其准确性较差。采用图 3-19 所示的粮食湿度检测器可以快速、准确、直观地给出被测粮食的湿度。它的工作原理基于平板电容器的电容量与其介质有关。两块面积相同、距离固定不变的铜板构成一个平板电容器，当粒状的粮食放在平板电容器两平板之间时，介质由原来的空气变成了粒状物体，引起介质损耗的变化，电容量增加。由 555 定时器构成的多谐振荡器的振荡频率也随之变化。粮食湿度的不同，也会引起振荡频率的改变。整流后的直

流电压也随之改变。这样，就把粮食的湿度转变成直流电压而由直流电压表指示出来。平板电容传感器的电容量只要有 10μF 的变化，直流电压表就有 2V 指示变化。只要在直流电压表上刻上湿度指示或表示合格的红带，就能很方便地测出粮食的湿度是否合格。RP 是调零电位器。

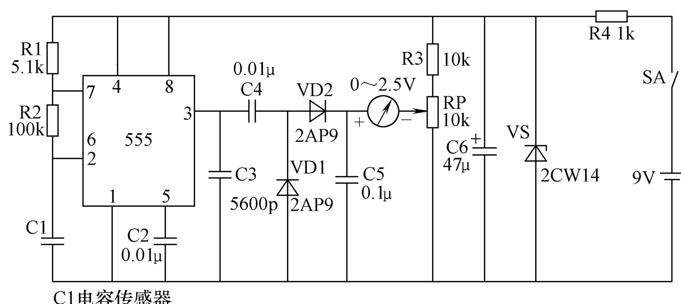


图 3-19　粮食湿度检测器电路图

65. 高精度传感器测量电路

EL—700 是新型厚膜铂电阻，是一种高精度温度传感器。

图 3-20 所示为采用 EL—700（100Ω）铂电阻的测温电路，测温范围为 +20 ~ +120℃，相应的输出为 0 ~ 2V，输出的电压可直接输入单片机作显示及控制信号（若单片机无 A/D 变换器，则需经 5G14433 后再输入）。

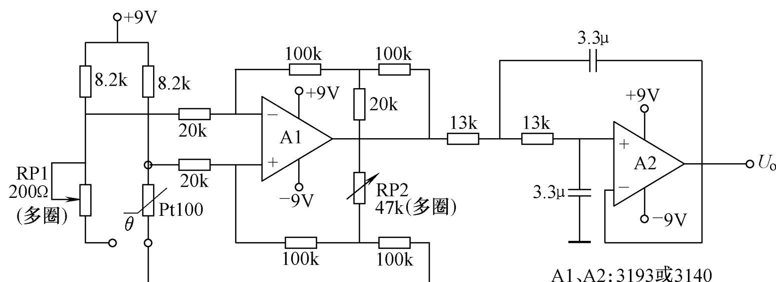


图 3-20　EL—700 铂电阻测温电路

铂电阻接在测量电桥中，为减少连接线过长而引起的测量误差，采用三线制。由 A1 进行信号放大，放大后的信号经 A2 组成的低通滤波器滤去无用杂波。

调整时采用标准电阻箱来代替传感器。在 $t=20$℃时，调 RP1，使输出 $U_o=0$V；在 $t=120$℃时，调 RP2，使 $U_o=2.0$V。

若采用 1kΩ 的铂电阻，8.2kΩ 改成 18kΩ，20kΩ 改成 68kΩ，RP1 改成 2kΩ 电位器。

66. 过电压检测电路

过电压对于电源来说是一个非常有害的信号，雷电等引起的瞬时高电压如果不加遏制，直接由电源引入 RTU（远程终端设备）则会影响其电源模块的正常工作，使各功能模块的工作电压升高而工作不正常，严重时会损坏模块，烧坏元器件（IC）。典型过电压形成的冲击电压脉冲如图 3-21 所示。

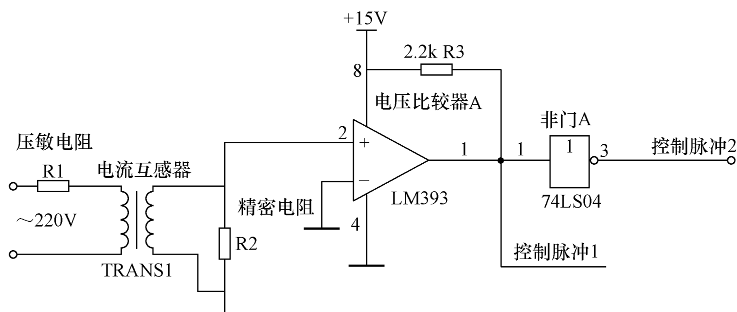


图 3-21　过电压检测电路

过电压保护的基本原理是在瞬态过程电压发生时（微秒或纳秒级），通过过电压检测电路对这个信号进行检测。过电压检测电路中主要的元件是压敏电阻。压敏电阻相当于很多串并联在一起的双向抑制二极管。电压超过拑位电压时，压敏电阻导通；电压低于拑位电压时，压敏电阻截止。这就是压敏电阻的电压拑位作用。压敏电阻工作极为迅速，响应时间在纳秒级。

67. 加速度测量电路

加速度计的测量电路由质量块、两根弹簧、框架、指针和刻度盘 5 组成。在静止状态时，装在质量块上的指针处于零位。当有一定的加速度作用于框架时，质量块受加速度的影响产生惯性力，使弹簧 2 伸长、弹簧 4 压缩，直到力平衡时为止。与此同时，指针相对于刻度盘移动而指示出加速度值。

工作原理：加速度计的测量原理如图 3-22a 所示。它由质量块 3、两根弹簧 2 及 4、框架 1 及指针和刻度盘 5 组成。在静止状态时，装在质量块上的指针处于零位。当有一定的加速度作用于框架时，质量块受加速度的影响产生惯性力，使弹簧 2 伸长、弹簧 4 压缩，直到力平衡时为止。与此同时，指针相对于刻度盘移动而指示出加速度值（图 3-22a 右）。

图 3-22　测量原理

由图 3-22a 可知，该加速度计是纯机械装置，如何输出与加速度成比例的电信号呢？EG&G IC 传感器公司采用了差动电容

的结构，使输出的电容量的差值与加速度成比例。图 3-22b 是这种差动电容式加速度传感器的结构示意图。其中间“十字形”是质量块 4，其质量块上下两端连接的是弹簧片 1，外部是框架 2。十字质量块横臂上下做了两对电容器的动片 7，而在框架上相应地做了上下两对静片 6 与 8，左右对称的动片与动片及静片与静片是相互连接的，从而形成两个电容器 3（C1）及电容器 5（C2）。

静止状态时，两动片的位置在两静片位置的中间，使 C1 的电容量与 C2 相符，如图 3-22c 所示。当有加速度作用于框架时，质量块受惯性力移动，如图 3-22d 所示。C1 > C2，电容量的差值与加速度成比例。在实际的结构中，有较多的动片及静片，组成梳状结构，增加输出电容的差值，提高传感器的灵敏度。该加速度传感器经专用集成电路信号处理检测出 0. 001μm 的位移。

电路如图 3-23 所示，其中 3265 选用 ±5g 量程的，输出电压为 −5V ~ +5V。静止状态时（加速度为零），调 RP1，使输出 U_o 为零；当加速度为 5g 时，调 RP2，使输出电压 U_o 为 +5V 即可。

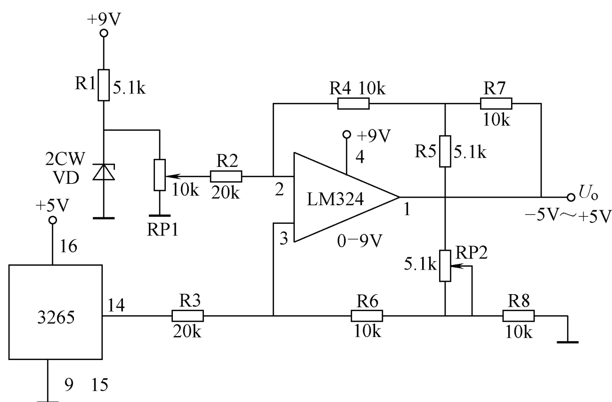


图 3-23　加速度测量电路

68. 电容式液位测量电路

电容式液位测量就是直接把物位变化转换为电参数变化，然后再把电参数转换为统一电信号进行传输、处理、显示等。根据

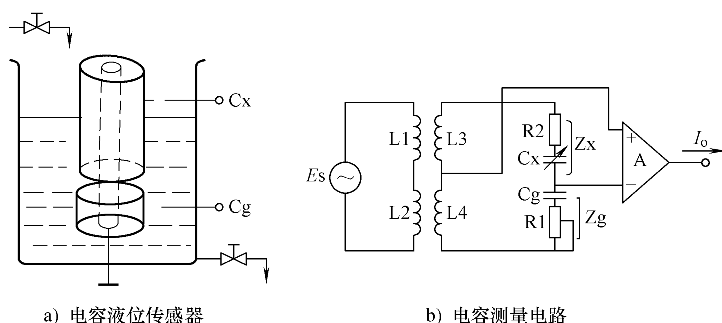
电参数不同可以分成电阻式、电容式和电感式等，现对电容式进行介绍。

我们知道最简单的电容器电容量为

$$C = \varepsilon \frac{A}{d}$$

由上式可知，利用改变 d、ε 或 A 的办法分别可做成相应的电容传感器。电容式液位计主要由电容式传感器和测量电路组成。

电容式传感器一般利用改变介电常数 ε 的原理做成，图 3-24a所示为电容式液位传感器电路图。在待测溶液中设置一个圆柱形电容器，在极板距离 d 和面积 A 固定的情况下，电容量 C_X 将随极板间介质的介电常数 ε 而变化。设液体介电常数为 ε_1，气体的介电常数为 ε_2，一般 $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$，当液位上升时，总的介电常数增大，因而电容量 C_X 随之增大；反之，当液位下降，ε 减小，C_X 随之减小。故可以通过测量 C_X 的变化得知容器内液位的高低。图 3-24b 所示为电容测量电路原理图，C_g 为参比臂电容。



a) 电容液位传感器　　b) 电容测量电路

图 3-24　电容式液位测量电路

69. 机制砖瓦湿度测量电路

在机制砖瓦烧制过程中，需要对砖瓦水分进行测量。通过对砖瓦坯水分测量，可以快速检测出砖瓦坯水分，根据砖瓦坯含水量多少，发出声光报警，便于合泥时，控制水量的多少，对人工制砖瓦也有一定的参考价值。

将湿度检测探头插入砖坯中，两只检测探头之间的电阻值将随着砖坯含水量的高低而变化，如图 3-25 所示。

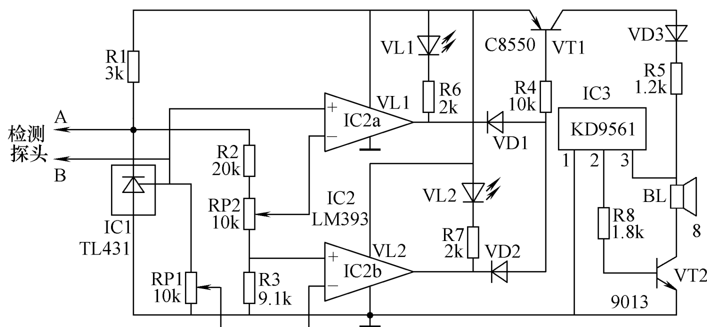


图 3-25　机制砖瓦湿度测量电路

（1）含水量正常

当砖瓦坯的含水量在允许范围内时，IC2a 和 IC2b 均输出高电平，使 VD1、VD2 和 VT1 截止，扬声器 BL 不响，发光二极管 VL1 和 VL2 均不亮。

（2）含水量小

当砖瓦坯水分含量低于含水量下限时，两检测探头 A、B 之间的阻值较正常时偏大，使 IC2a 反相输入端的电位增高，其输出端变为低电平，使 VD1 和 VT1 均导通，绿色发光二极管 VL1 点亮，同时 IC3 和 VT2 工作，扬声器 BL 发出报警声，提醒检验员砖坯的湿度不够。

（3）含水量大

当砖坯水分含量高于含水量上限时，两检测探头 A、B 之间的阻值较正常时偏小，使 IC2b 的同相输入端电位变低，其输出端变为低电平，使 VD2 和 VT1 导通，红色发光二极管 VL2 点亮，IC3 和 VT2 工作，扬声器 BL 发出报警声，提醒检验员砖瓦坯的含水量过高。

70. 金属测量电路

电路如图 3-26 所示，测量原理如下：

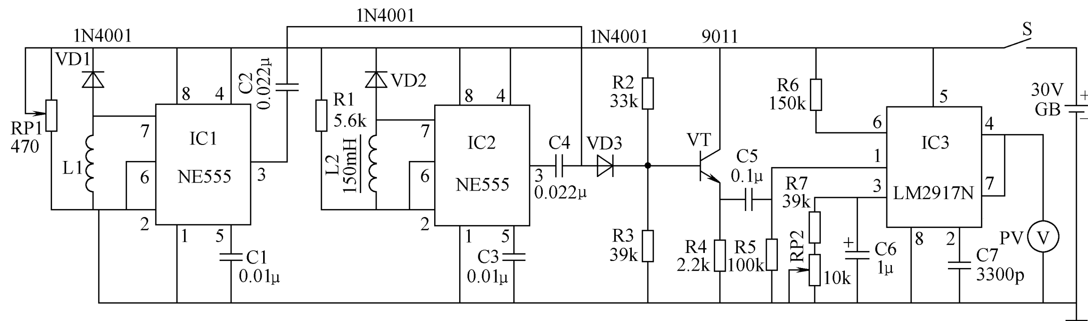

1N4001
1N4001
1N4001
9011
S
VD1
RP1
470
L1
IC1
NE555
8
4
7
6
2
1
5
3
C1
0.01μ
C2
0.022μ
VD2
R1
5.6k
L2
150mH
IC2
NE555
C3
0.01μ
C4
0.022μ
VD3
R2
33k
R3
39k
VT
C5
0.1μ
R4
2.2k
R5
100k
R7
39k
RP2
10k
C6
1μ
R6
150k
IC3
LM2917N
C7
3300p
PV
V
30V
GB

图 3-26　金属测量电路

在探测器未探测到金属物体时，探测振荡器电路中 IC1 的③脚输出频率为 26kHz 的振荡信号，基准振荡器电路中 IC2 的③脚输出频率为 25kHz 的振荡信号。两个频率信号一同送入混频器中进行差频放大后，产生 1kHz 的差频信号，从 IC3 的①脚加入。该信号经 IC3 内电路处理后，从④脚和⑦脚输出零电平，故电压表 PV 的指针指在刻度盘正中间(“0”位)。

当探测器探测到金属物体后，探测振荡器的工作频率将高于或低于 26kHz，由于基准振荡器的基准频率不变（始终为 25kHz)，IC3 的①脚输入的振荡信号会偏高或偏低于 1kHz，IC3 的④脚、⑦脚会输出正或负的信号电压，使电压表 PV 的指针发生偏转。使用者根据电压表指针的偏转方向及偏转幅度大小，可判断出金属类别，并对金属定位拆除。

71. 机床维修轴承故障检测电路

在生产维修过程中，经常出现轴承磨损，机械卡壳，不能正常运转现象。严重时，还会损坏零部件。本例介绍一种可供机修人员使用的轴承故障检测器。维修人员根据检测器上声光的变化情况，可快速判断出电动机轴承运行中的故障，及时维修或更换，如图 3-27 所示。

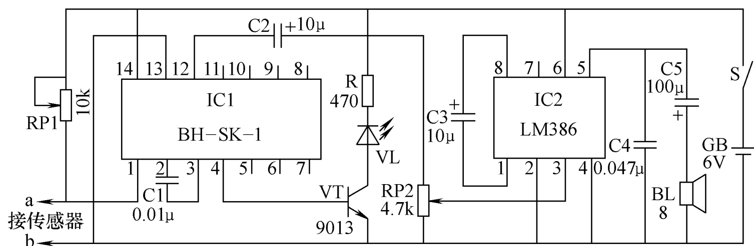


图 3-27　机床维修轴承故障检测电路

接通电源开关 S 后，IC1 通电工作，其④脚和⑫脚均输出高电平，使 VT 导通，LED 点亮，此时 IC2 的③脚无输入信号，扬声器 BL 不发声。

当将检测传感器的探针与正在运转的电动机轴承的金属端盖

相接触时，检测传感器将输出一个随轴承振动频率变化而变化的交变信号，该信号从 IC1 的①脚输入，经 IC1 内部电路放大、选频延时、整形和触发驱动后，从 IC1 的④脚和⑫脚输出。IC1 的④脚输出的交变信号使 VT 工作在交替导通与截止的开关状态，LED 闪烁发光。IC1 的⑫脚输出的交变信号经 IC2 放大后，通过扬声器 BL 发出声音。

在轴承正常运转时，LED 长亮或闪烁发光，扬声器 BL 发出连续平稳的声音；若扬声器 BL 的声音忽高忽低且有间断，VL 断续点亮，则说明轴承缺油或已损坏。

RP1 用来调整信号处理电路的灵敏度。

RP2 用来调节扬声器的输出音量。

72. 高压测量电路

测量用高压电源电路如图 3-28 所示。VD1、VD2、C1、C3 构成一倍压整流电路；VD3、VD4、C2、C4 构成另一极性相反的半波倍压整流电路。两电路组合后，可输出 –275V、–550V、–1100V 高压。

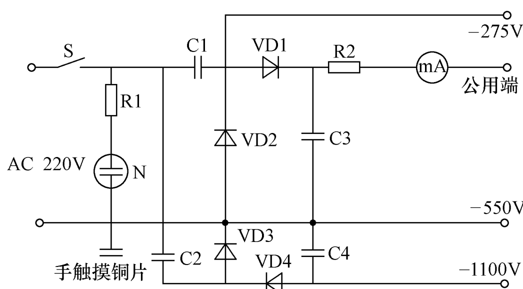


图 3-28　高压测量电路

由于没有采用隔离变压器，为安全起见，设置了一个用手触摸的相线指示器，使与开关连接的一端永为相线。使用时，先接通电源，用手触摸铜片。若氖灯亮，则即可使用。R2 是保护表头用的限流电阻，表头满刻度电流为 0.1mA，也可用万用表电流挡代替。

二极管耐压应大于 600V，电流无要求。电容器 C1、C2 的容量为 0.22μF，耐压为 250V，C3、C4 的容量为 0.22μF，耐压为 630V。R1 为 500kΩ，R2 为 750kΩ。

73. 纸张厚薄检测电路

厚薄检测装置是对多帖或少帖进行控制，它由偏心轮压在书帖上，如果书帖或多或少，则书本厚度不同而上下摆动幅度变化，从而带动触点控制订书机头和坏书输出机构工作。图 3-29 所示为纸张厚薄检测电器原理图，其电路和工作情况均与搭页机光电检测电路相似。

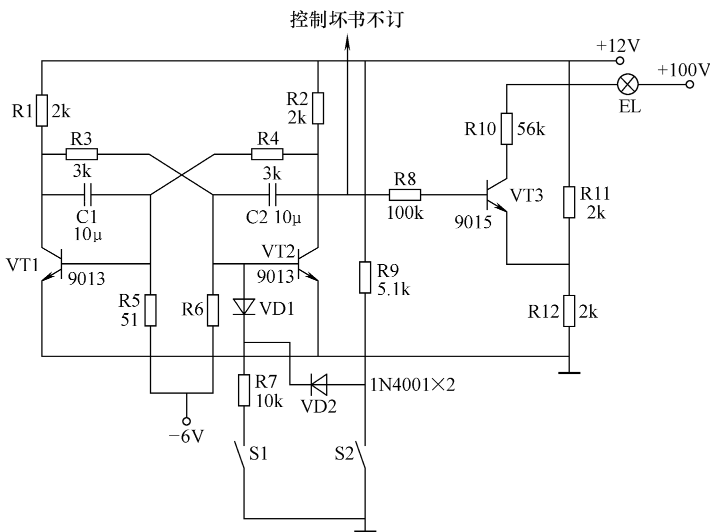


图 3-29　纸张厚薄检测电路

当检测时间开关 S2（作瞬时合上）动作时，若厚薄检测开关 S1 合上，－6V 将通过 S1 加于 VT2 的基极，使触发器翻转，此时氖灯 EL 亮。若检测时间开关 S2 动作，检测开关未合上，－6V 则不能到达 VT2 基极。

当页数准确的书运行经过厚薄检测装置时检测开关 S1 应断开。若页数不正确（缺页或多页）的书经过装置时，检测开关

S1 即合上。在实际使用时，请用户根据正常书本的厚度，调整侧书杆和开关触点到何位置。

74. 搭页光电检测电路

为了实现在机器运行过程中对搭页机在集书链上自动配页的书本缺页或多页进行自动检测，本机装有测量书本缺页或多页的测书装置。此装置的工作过程是首先在搭页机上用光电检测该搭页机在搭页时是否缺页与是否准确地落在集书链上，然后再对已配页成册的书进行一次厚薄检测。对由上述两次检测测得的缺页或多页坏书，本装置均在不停车的情况下，控制机器不予装订，并输出至坏书斗。

由装在搭页机架栏书杆两旁的光源筒和光敏晶体管执行检测工作，当书帖从堆帖台上向集帖链搭下时，将光源筒射向光敏晶体管的光束遮没，而不导通，缺帖或漏帖时，光敏晶体管受到光束照射而导通，经放大后，带动微型继电器的触点，将信号传给延时继电器，控制订书头不订和坏书机构工作。这种检测对多帖不起作用。

图 3-30 所示为各搭页机的光电检测电气原理图。它由一组双稳态触发器和检测信号输入电路组成。

在无坏书信号的正常情况下，我们令触发器的左管 VT1 截止，右管 VT2 导通。当检测时间开关 S（作瞬时合上）动作时，若检测光电管 VP 亦见光导通。－6V 将通过 VP 加于 VT2 的基极，使触发器翻转（VT1 导通，VT2 截止），此时氖灯 L 亮。若时间开关 S 动作，光电管 VP 的光被纸帖遮没（截止）。－6V 则不能到达 VT2 的基极。

当时间开关 S 处于断开状态时，电路中＋12V 将通过 12kΩ 电阻和 VD1 二极管加于 B 点，使 VD2 二极管反向偏置，以防止干扰。

搭页机搭页情况正常则时间开关 S 动作时，光电管 VP 的光是被遮没的，若搭页机搭页漏落，则光电管 VP 即照光导通。

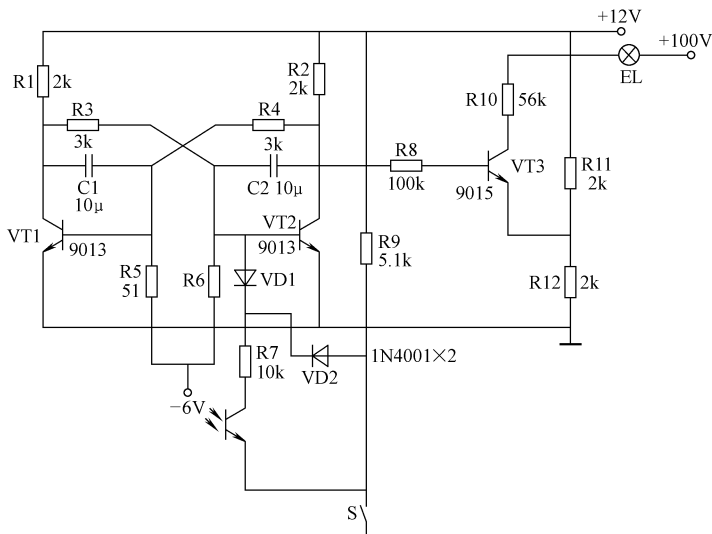


图 3-30　搭页光电检测电路

75. 印刷机光电断纸检测电路

用光电式断纸检测的方法，具有检测灵敏度高的特点，现以 JJ201 型卷筒纸双面双色胶印机控制电路为例说明其原理。GK—4A 型光电检测控制电路如图 3-31 所示。

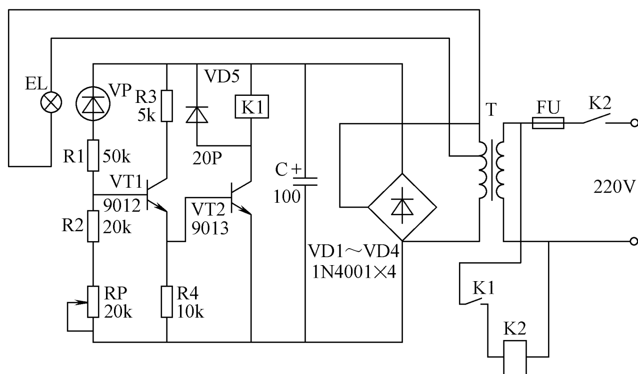


图 3-31　印刷机光电断纸检测电路

1）正常印刷中，纸带在发、收光头之间通过，光电管受弱光照射，Vp 电阻很大，它与 R1、R2、RP 构成分压式电路，使晶体管 VT1 的 $U_{be}<0.7V$，VT1 截止，VT2 也截止，继电器 K1、K2 均处于释放状态，控制电路无信号输出。

2）当纸带断落后，光电管光照强，光电流增加，阻值减小，使 VT1 基极电位上升，VT1 导通。因 U_{b2} 上升，VT2 也随之导通，继电器 K1 吸合，其常开触点闭合，并使继电器 K2 也吸合，此时，控制电路有信号输出，使机器停止运转。

76. 车胎漏气测量仪电路

车胎漏气检测仪的电路由传声器 BM、前置放大器、音调控制、音量控制和功率放大器等电路组成，如图 3-32 所示。前置放大电路由晶体管 VT1、VT2 和电容器 C1、C2 及电阻器 R1、R2 组成。RP 为音量电位器。选择开关 S 和电容器 C4 ~ C6 组成音调控制电路。功率放大电路由集成电路 IC 和电容器 C3、C7 ~ C9 组成。

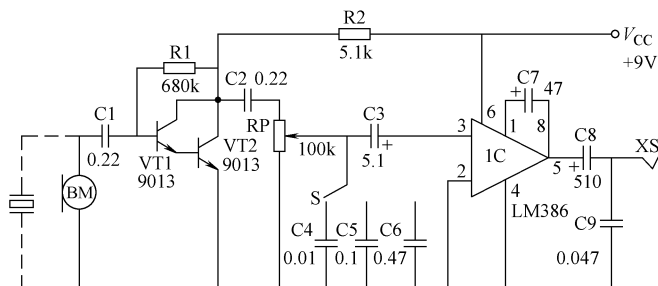


图 3-32　车胎漏气检测仪电路

传声器 BM 安装在听诊器的探头上，将它用于检测车胎漏气的地方，将声音信号变换成电信号，再通过 C1 耦合至 VT1 的基极，经 VT1、VT2 前置放大及音量、音调控制后，从功放集成电路 IC 的③脚输入。经 IC 放大后的音频信号从其⑤脚输出，经 C8 耦合至耳机插座 XS，最后通过外接耳机还原出放大后的声音。

77. 墙内导线探测电路

为了室内美化，现在许多室内布线采用塑料护套电线直接埋入墙壁浅层的暗线布置法，但这对改线和维修带来困难。墙内导线探测仪能够在墙壁表面精确地查找电线的位置、走向。电路十分简单，制作调试很容易。

图 3-33 所示是探测仪的电原理图。TX 是感应片，在交流导线附近感应出交流信号，送至结型 N 型沟道的场效应管 VT1 的栅极。VT1 对交流信号有半波整流和放大作用，无信号时，VT1 的漏极输出高电平，VT2、VT3 均截止，LED 不发光。

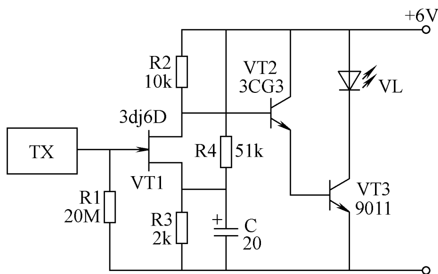


图 3-33　墙内导线探测电路

在信号的负半周，使 VT1 的栅极相对于源极更负，所以 VT1 输出仍为高电平，VL 不发光；而在信号的正半周，VT1 输出低电平，VT2、VT3 导通，LED 发光。R2、R3 和 C 为 VT1。加偏压，提高检测的灵敏度。

78. 热敏电阻温度测量电路

图 3-34 所示为采用热敏电阻作为测温元件进行自动控制温度的电加热器。控温范围由室温到热敏电阻的测温最高值，测量

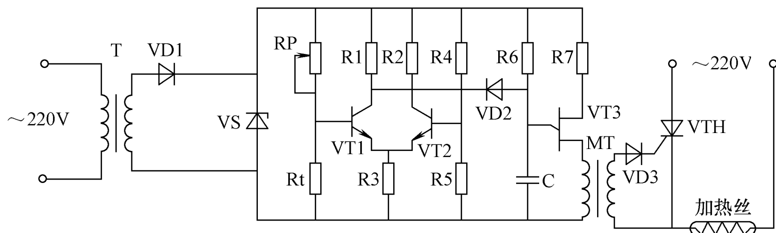


图 3-34　热敏电阻温度自动检测器

精度可达 0.1℃。

测温用的热敏电阻 R_t 为正温度系数，将它作为偏置电阻接在 VT1、VT2 组成的差分放大器电路内，当温度变化时，热敏电阻的阻值发生变化，引起 VT1 的集电极电流变化，经二极管 VD2 引起电容器 C 充电电流的变化，改变了充电速度，从而使单结晶体管的输出脉冲产生相移，改变晶闸管 VTH 的导通角。由此调节电热丝中的加热电流，达到自动检测控制温度的目的。

79. 热电偶温度测量电路

图 3-35 所示是采用 AD594C 的热电偶温度测量电路。AD594C 片内除有放大电路外，还有温度补偿电路，对于 J 型热电偶经激光修整后可得到 10mV/℃ 输出。在 0～300℃ 测量范围内精度为 ±1℃。若 AD594C 输出接 A/D 转换器，则可构成数字显示温度计。电路中 2820B 是电压/电流变换器，将运放 A_1 放大的与温度相应的电压信号变换为 4～20mA 的电流环进行远距离的传送。

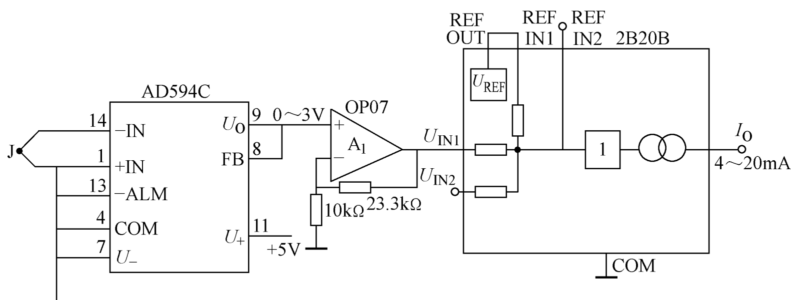


图 3-35 热电偶温度测量电路

80. 温室湿度测量电路

如图 3-36 所示，接通电源开关 S，无稳态多谐振荡器起振（振荡频率为 58Hz），从 IC1 的 Q1 和 Q2 端交替输出高电平和低电平。当 IC1 的 Q1 端输出高电平、Q2 端输出低电平时，IC2 内

部的电子开关 S2 和 S3 接通；当 IC1 的 Q1 端输出低电平、Q2 端输出高电平时，IC2 内部的电子开关 S1 和 S4 接通。由 R2、R3 串联分压后产生的基准电压，经电子开关 S1 和 S2 分别加至 IC3 ②脚（反相输入端）和③脚（正相输入端），由检测电极 A、B 之间的土壤电阻和 RP、R4 串联分压后得到取样电压。

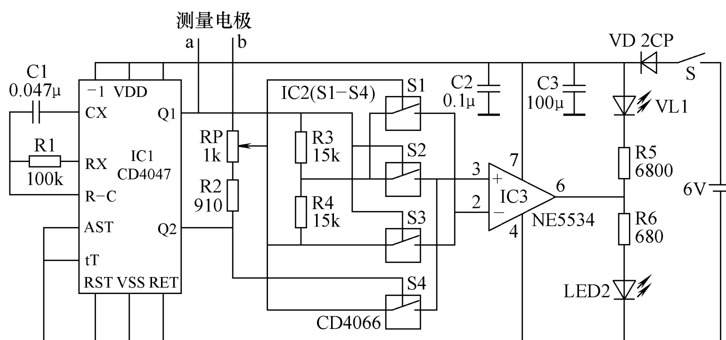


图 3-36　温室湿度测量电路

经电子开关 S3 和 S4 分别加至 IC3②脚和③脚。IC3 将输入的取样电压和基准电压信号进行比较并用发光二极管 LED1 和 LED2 显示测量监测结果。

当土壤湿度适宜时，IC3 输出低电平，绿色发光二极管 VL1 点亮，指示土壤湿度正常；若土壤湿度过小，则 IC3 输出高电平，红色发光二极管 VL2 点亮，指示土壤过于干燥。电路中的检测电极 A、B 可用不锈钢丝制作。

81. 电缆测试电路

电缆测试器电路利用交流连续性原理，对多种导体的电缆进行故障定位，并提供简单的通、断测试，以利快速修复电缆。本电路在待测电缆的一条线上注入交流信号，然后在其他线上寻找缺失的电容耦合。故障电缆的一端具有良好的交流连续性，而另一端则没有这种特性。当任何电缆的线间电容低于 100pF 时，该电路指示为断线。测试电路如图 3-37 所示。

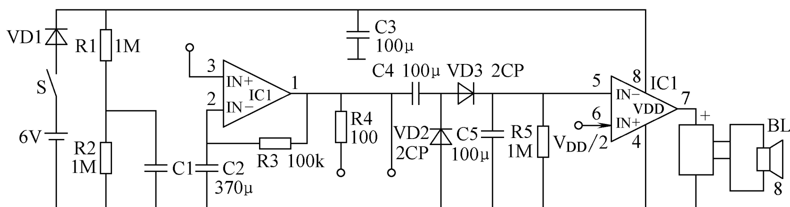


图 3-37　电缆测试电路

图中电源部分采用 3 节 5 号或 7 号干电池，VD1 为电源隔离二极管，IC1 为美信 MAX9022 低功率双比较器。比较器的前半部分与 R3、C2 组成一个工作在近似为 155kHz 的张弛振荡器，它产生输出信号的峰—峰值近似等于电源电压。该信号通过 R4 馈送到待测电缆线上的一个端子。R1、R2 组成分压电路。C1、C3 为去耦电容。

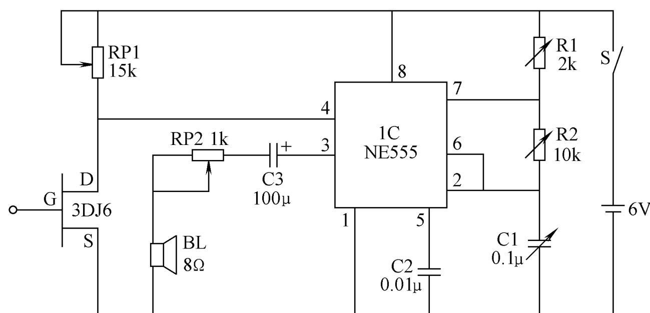
比较器的后半部分处理待测电缆另一端的输出交流信号，BL 为输出蜂鸣器。当待测电缆有断线故障时蜂鸣器就鸣响。VD2、VD3 是一对硅二极管整流器，对待测电缆耦合过来的交流信号进行整流，然后将整流电压汇集到存储电容 C5 上。R5 为泄放电阻，一方面提供抗噪声，另一方面帮助复位待测电缆线间的电容，输出电阻 R4 和输入电容 C4 提供有限的电路保护。该电路图中的分立元件均为非精密的无源器件。

82. 断线测试电路

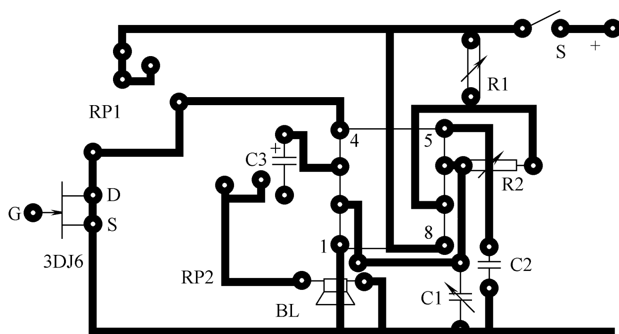
在栅极 G 感应到电场信号后而进入工作状态，导致时基电路④脚电位大于 0.7V，使扬声器发声，从而确定故障点。使用该仪器时，首先接通电源，然后调节 RP1 使场效应晶体管处于临界工作状态（此时用手触摸场效应晶体管 G 极，扬声器能立即发声，RP1 阻值就合适了，这次使用中不必再调整，下次使用时可能因电池电压下降等原因还需调整，然后探头（G 极加长的一段铜线）顺着待查导线走向移动。当扬声器由无声到有声或由有声到无声时（因移开断路点时扬声器又会无声），就是断

线位置所在，可作接通修复或作其他处理。

当认为扬声器音调合适时，图 3-38a 中 R1、R2、C1 均应换成固定值。RP1、RP2 选 WSW 有机实心微调电阻。电源使用6 ~ 9V 叠层电池。开关 S 选用小型钮子开关。扬声器选用 0.1W 永磁式 8Ω 小型扬声器。该仪器印制电板如图 3-38b 所示。印制电路板按元件脚位打孔后，将元件引脚插好，检查无误后方可焊接，然后进行调试。



a) 原理图



b) 印制板图

图 3-38　断线测试电路

调试时先接通电源，用螺钉旋具旋动 RP1，使场效应晶体管 D 极电压小于 0.7V，然后用手触摸场效应晶体管 G 极后电压应

大于 0.7V，扬声器应能发声。否则应检查元件是接错或质量问题。如果灵敏度太高，调节 RP1 不起作用，可将场效应晶体管 G 极换成 90°悬空或换一只场效应晶体管试试。调试合格后，可将场效应晶体管 G 极焊在印板上，再在 G 极加焊一段 1mm 短铜线为探头即可。整个印板连同扬声器、电池均可装在一个自制的塑料小盒中，以便使用和携带方便，如图 3-38b 所示。

第 4 章　电子遥控电路

83. RCM1A/RCM1B 组成的无线电遥控电路

发射电路只用一块无线发射模块 A1 构成，接收器则由微型无线接收模块 A2、微功耗单稳态触发器 A3 等部分组成。

利用 RCM 系列集成电路做成的简单收发无线遥控电路，该电路具有简单实用、发射距离短等特点。

（1）发送电路

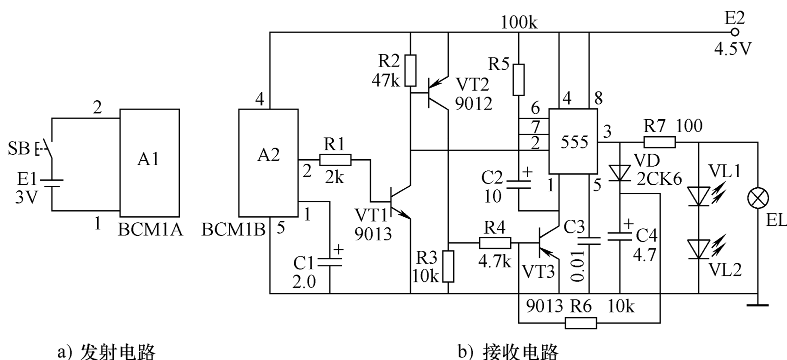
发射电路采用 RCM1A 专用发射模块，使用 3V 电源供电，接通电源后就向四周发射无线电遥控信号。

（2）接收电路

接收器中时基电路 A3 与晶体管 VT3 等构成电路设计独特的微功耗单稳态触发器，平时晶体管均处于截止状态，故 A3 的电源负端 V_{SS}即①脚与地断开，集成块处于失电状态，因此不消耗电能，同时③脚也不输出电压。此时整机待机电流仅 A2 的静态电流加上硅晶体管的穿透电流，总和不足 1mA。如不采取特别设计，时基电路 NE555 的静态耗电要高达 5～10mA。

当按下 SB 时，接收模块的②脚输出高电平 VT1～VT3 随之相继导通，时基电路 A3 得电工作，由于 VT1 导通，其集电极即时基电路的触发端②脚为低电平，故时基电路 A3 进入暂稳态，输出端③脚输出高电平，一路经 R7 点亮发光管 VL1 与 VL2 发光，同时两只发光管又兼做稳压管，输出约 3.2V 直流电压向外供电。另一路经二极管 VD 向 C4 充电，因充电时间常数极小，C4 很快充满电荷，并经电阻 R6 向晶体管 VT3 馈送基极电流，使 VT3 自锁。即当松开发射按钮 SB，接收模块的②脚恢复低电平，虽然 VT1、VT2 由原来的导通状态转为截止状态，但 VT3 仍

能保持导通，故A3仍能正常工作。在暂态时A3内部放电管截止，⑦脚悬空，正电源就可通过R5向电容C2充电使集成块的阈值端⑥脚电平不断升高，当经过 $T = 1.1R_5C_2$ 时，⑥脚电平升至 $2/3V_{DD}$ 时，A3复位进入稳定态，③脚输出低电平，同时内部放电管导通，所以⑦、①脚被放电管短接，C2所充电荷将通过A3的⑦、①脚放电。由于电容C4存在，虽然③脚输出低电平时，LED熄灭；但VT3仍能维持短暂的导通状态，其目的是使A3能维持短暂工作使内部放电管保持导通态，以便让C2可快速放电，为下次遥控提供充电条件。待C4电荷基本放完后，VT3恢复截止，电路回到原先的待机状态，如图4-1所示。



a) 发射电路　　b) 接收电路

图4-1　RCM系列集成电路遥控电路图

84. 防止儿童走失无线遥控电路

儿童和高龄老人丢失的现象经常发生，为此不得不到处寻找，为此，设计一个无线电遥控器，在儿童或高龄老人身上戴上一个发射器，在监护人身上带一个接收器。当儿童或高龄老人离开监护人（家长或保姆）距离3～4m时，监护人接到报警声，由于距离不远，很快可以发现，不易丢失。该装置特别适用于在商场、闹市等人群拥挤的场合。

该装置由发射器和接收器组成，其电路组成及原理分析如下：

电路由发射器和接收器两部分组成，核心元件为 RCM1A 和 RCM1B，其电路原理如图 4-2 所示。

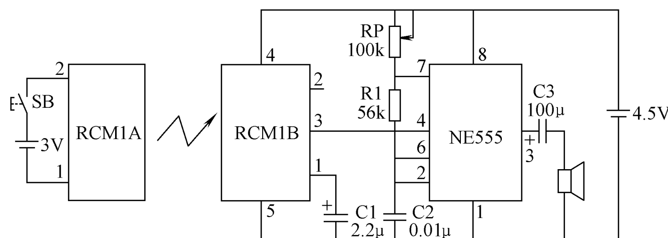


图 4-2　防止儿童走失无线遥控电路

发射器接通电源后就向周围发射信号。接收器电路由接收模块 RCM1B、多谐振荡器、扬声器等组成。RCM1B 在有效接收范围内（8～15m）收到 RCM1A 发射的信号时，其低电平输出端③脚输出低电平，由时基集成电路 NE555 等组成的多谐振荡器因其总复位端④为低电平，电路不起振。当发射器与接收器之间距离超出接收范围时，RCM1B 的③脚输出高电平，多谐振荡器起振，扬声器发出报警声。

本电路只需调整 RP 使扬声器发出的声调悦耳动听即可。使用时，将发射器放在幼童衣袋里，接收器放在母亲的口袋里，打开电源开关。当幼童离开母亲超出一定距离时，接收器便发出报警声。

85. 超声波接收电路

超声波遥控接收器一般由接收传感器、放大检波器、功率放大器、记忆驱动、执行电路和被控负载组成。多路遥控器增加解调、译码电路。超声波接收器收到超声波，将之转换为微弱的电信号，再经过放大、检波（解调、解码、译码）形成一个直流电平信号，由状态锁存电路锁存并驱动执行机构实施对受控对象的操作。在单路遥控器中，没有使用编解码电路，不能输出多路控制信号，而且抗干扰能力也较差，其他声源发出的与该装置所

使用的频率相近的声波信号，有可能使受控对象引起误动作。用编码技术的超声波遥控器，可以实现多路遥控。

图 4-3 所示是采用晶体管的超声波接收电路。VT1 和 VT2 构成阻容耦合两级放大电路，输入信号为 3 ~ 5mV 即可。R1 是用于降低阻抗的电阻，从而抑制加在传感器上的外来噪声。输出信号 40kHz 高频电压信号。

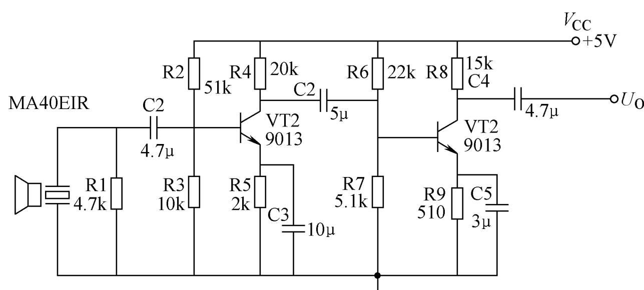


图 4-3　分立元件组成的接收电路

86. 常用红外发射电路

红外光发射器电路有直流电流驱动电路、交流电流驱动电路和脉动电流驱动电路三种。按照构成发射电路所用的器件的不同，可分为分立元件组成的发射器电路、以通用集成电路为核心组成的发射器电路和由专用红外集成电路构成的发射器电路等。

该发射器电路如图 4-4 所示。它由 555 定时器组成的脉冲方波发生器、驱动放大器和红外发光二极管等元件组成。脉冲发生器输出脉冲方波信号经 R3 加至 VT1 的基极。当脉冲信号波形为高电平“1”时，VT1 饱和导通，VT2 也导通，驱动发光二极管 VL1 发出可见光（红色或绿色），表示发射电路工作，红外发光二极管 VL2 发出红外光（不可见近红外光束）。当脉冲信号波形呈低电平“0”时，VT1、VT2 均不导通，VL2 不发光。这样就可实现红外光脉冲的发射。

VL1 为普通发光二极管，VL2 为 TLN104 型红外发光二极管，VT1、VT2 为 3DG6。其他元件参数如图 4-4 中标注。

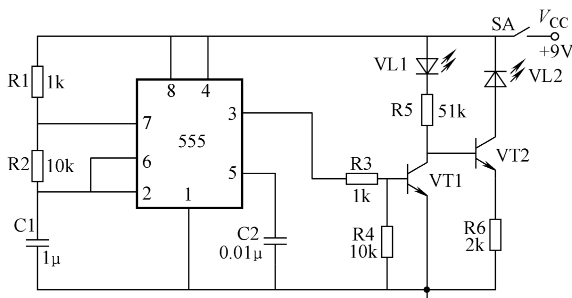


图 4-4　红外发射电路

87. 台灯遥控电路

电路如图 4-5 所示。220V 交流电压经电容 C1 降压，整流桥堆 UR 进行全波整流，电容 C2 滤波，稳压二极管 VS 稳压后变成直流电压。

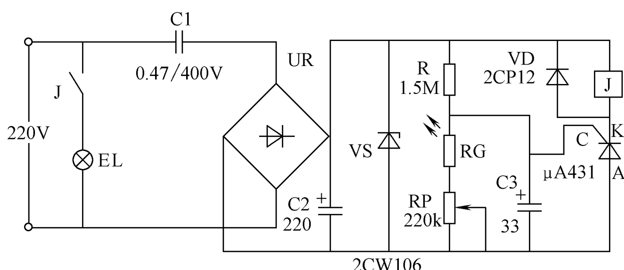


图 4-5　台灯遥控电路

光敏电阻 RG 白天电阻很小，向电容 C3 充电的脉冲信号很小，无法触发晶闸管导通，灯泡 EL 回路不通，灯泡 EL 不亮；夜幕降临时，光敏电阻的暗阻很大，向电容 C3 充电脉冲信号很大，可以触发晶闸管的门极，使晶闸管导通，这时继电器线圈得电，串在灯泡 EL 回路的继电器常开触点接通，则灯泡 EL 点亮。

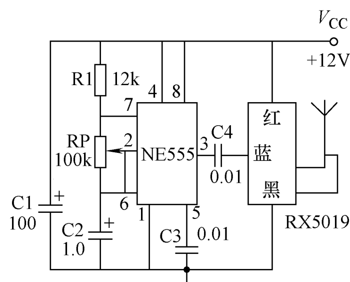
调节电位器 RP 可以调节给门极的触发信号的大小，这就调节了晶闸管的导通角，从而控制了灯泡的亮度。

88. RX5019/RX5020 组成的遥控电路

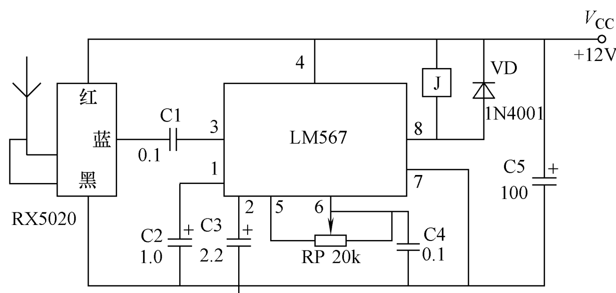
（1）发射电路

1）电路组成：本电路由 RP1、时基电路 LM555、RX5019 发射器件、发射天线及外围元件等组成。

2）工作原理：RX5019 组成的发射电路由时基电路 LM555 构成多谐振荡器。电路中的 RP 用来改变振荡频率。其频率调节范围在 1～100kHz 之间，其载波频率为 30MHz，振荡信号从 C4 耦合进入 RX5019 再由天线向外发射出去。在无阻挡环境中发射距离可达 3～5km，在城市楼群中可达 1～3km。若在固定场合使用一同轴电缆与架设在高处的拉杆天线相连接，这样在空中的信号传输可达 8km。RX5019 的信号输入既可以是语音信号，也可以是各种音频振荡信号、音乐 IC 信号或传声器信号等，如图 4-6a 所示。



a）发射电路



b）接收电路

图 4-6　遥控电路

（2）接收电路

接收电路中的 RX5020 接收到发射电路所发的信号后经由电容 C1 耦合至音频译码器 LM567 本身的输入端，当 LM567 本身的固有频率与发射频率一致时，其第⑧脚将输出低电平，继电器 J 吸合，使 RX5020 的输出信号直接接耳机，也可以经一级放大后接扬声器等负载工作，负载 LM567 自身固有频率的调整由电位器 RP 来完成。它的优势是发射范围大，距离远，但电压要求高，如图 4-6b 所示。

89. 超声波遥控开关电路

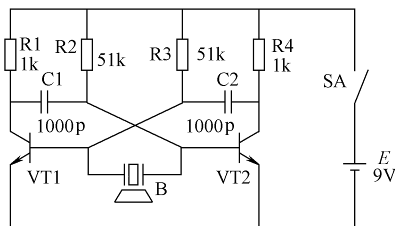
这种遥控开关，电路简单，且免调试，非常适合初学者制作。

（1）发射电路

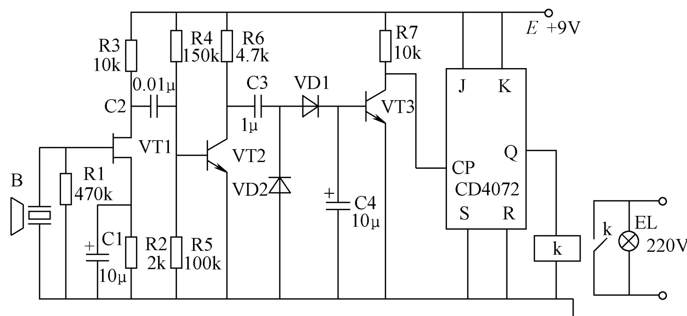
图 4-7a 所示为发射电路。电路采用分立器件构成，也可用 NE555 组成。VT1 和 VT2 以及 R1、R2、C1、C2 构成自激多谐振荡器，超声发射器件 B 被连接在 VT1 和 VT2 的集电极回路中，以推挽形式工作，回路时间常数由 R1、C1 和 R4、C2 确定。超声发射器件 B 的共振频率使多谐振荡电路触发。因此，本电路可工作在最佳频率上。

（2）接收电路

图 4-7b 所示为接收电路，结型场效应晶体 VT1 构成高输入阻抗放大器，能够很好地与超声接收器件 B 相匹配，可获得较高接收灵敏度及选频特性。VT1 采用自给偏压方式，改变 R3 即可改变 VT1 的表态工作点，超声接收器件 B 将接收到的超声波转换为相应的电信号，经 VT1 和 VT2 两极放大后，再经 VD1 和 VD2 进行半波整流变为直流信号，由 C3 积分后作用于 VT3 和基极，使 VT3 由截止变为导通，其集电极输出负脉冲，触发器为 JK 触发器，使其翻转。JK 触发器 Q 端的电平直接驱动继电器 k，使继电器 k 辅助触点吸合或释放。由继电器 k 的触点控制电路的开关。



a) 发射电路



b) 接收电路

图 4-7　超声波遥控开关电路

90. 运算放大器组成的超声波接收电路

图 4-8 所示是一种通用型超声波接收电路，是用运算放大器的超声波接收电路的实例。改变运算放大器的输入电阻与反馈电阻之比就能在宽范围调整其增益，因此，运算放大器可用作对超声波传感器反射信号的放大器。放大高频超声波时，用通用运算放大器有时其增益还是不够，因此，需要选用宽带高增益运算放大器。

此电路简单，接收灵敏度高，无须调试。MA40A5R 接收发射器的超声波信号后，经 VT1、VT2 两级放大，送到运算放大器 LA6324 进行放大、整形后由 LA6324 的第⑥脚输出高电平，使 VT3 导通，继电器 K 吸合，控制负载工作。

控制部分判断接收器的接收信号的大小或有无，作为超声波

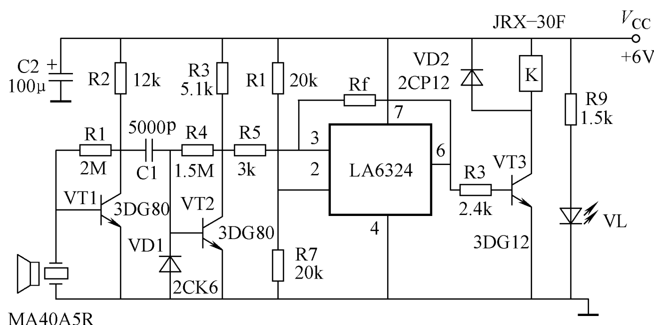


图 4-8　通用型超声波接收电路

传感器的控制输出。对于限定范围式超声波传感器，通过控制距离调整回路的门信号，可以接收到任意距离的反射波。另外，通过改变门信号的时间或宽度，可以自由改变检测物体的范围。

超声波传感器的电源常由外部供电，一般为直流电压，电压范围为（6 ~ 24）V ×（1 ± 10%）V。再经传感器内部稳压电路变为稳定电压供传感器工作。

91. 遥控直流电动机正反转电路

利用遥控接收模块 RCM1B 的②、③脚输出电平的高低转换来控制直流电动机的正转和反转，可组成简单的玩具汽车遥控电路。

图 4-9 所示是遥控玩具汽车的控制电路。当按下发射器按钮时，RCM1A 发射信号，接收模块 RCM1B 收到信号，其②脚输出高电平，③脚输出低电平，晶体管 VT3、VT2 截止，VT4、VT1 导通，电流经 R1、VT1、直流电动机、VT4 回到电源负极，电动机正转，玩具汽车前进。松开发射器按钮后，RCM1A 断电而停止发射信号，RCM1B 因接收不到信号，其②脚输出低电平，③脚输出高电平，VT3、VT2 由截止变为导通，VT4、VT1 则由导通变为截止，电流经 R2、VT2、直流电动机、VT3 回到电源负极，电动机上的极性刚好相反，电动机反转，玩具汽车后退。

电路中 C1、C2、L 组成滤波网络，用于防止玩具直流电动机工作时产生的换向火花干扰接收电路正常工作。电动机驱动管

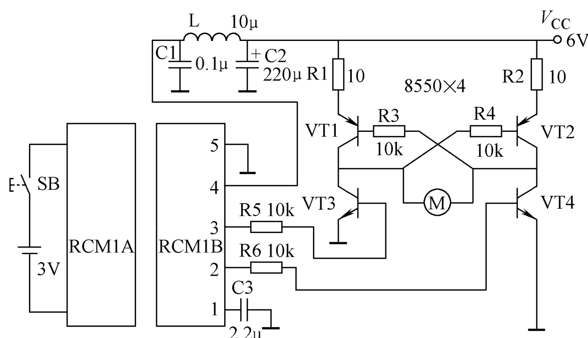


图 4-9　遥控直流电动机正反转电路

VT1、VT2 采用 8550 等中功率 PNP 管，VB、VT4 采用 8050 等中功率 NPN 管，VT1 ~ VT4 的阻值应一致。本电路安装完毕后无须调整即可正常工作。

92. 语言遥控门铃电路

语言遥控门铃电路如图 4-10 所示。接收模块 RCM1B 没有收到信号时，其②脚输出低电平，语音集成电路因触发端 TG 脚无高电平触发信号而不工作。当按下发射器按钮时，发射模块 RCM1A 发射信号，在有效接收范围内，RCM1B 接收到信号，其②脚输出高电平，触发语音集成电路工作，其输出端 OUT 输出内部储存的“叮咚，您好！请开门”语音信号，经 VT 放大后推动扬声器发出洪亮的声音。

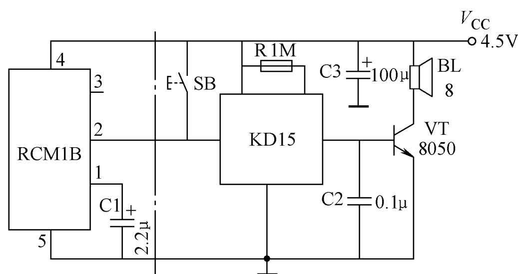
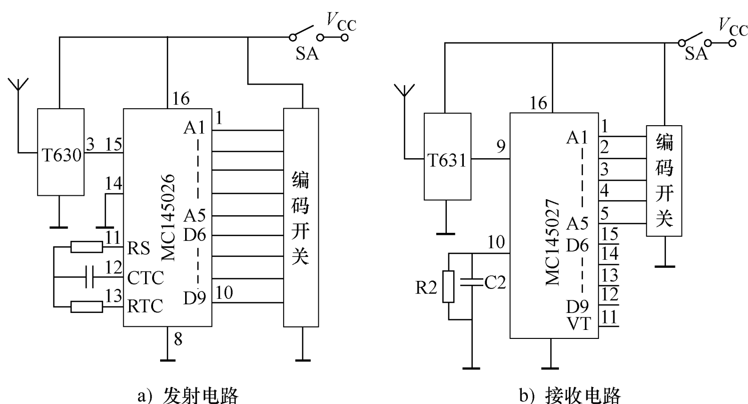


图 4-10　语言遥控门铃电路

语音集成电路可采用 KD15 系列的软封装集成电路。本电路安装完毕后即可投入正常工作，使用中应使接收器远离较大的金属物体，以免影响遥控灵敏度。

93. 数字编码遥控电路

电路接通电源后，数字编码集成电路 MC145026 的串行编码送至 T630 数据输入端③脚，由 T630 发射出去。接收电路中，T631 将 T630 发射的信号接收回来，经解调、整形后以串行码形式送往数字译码器 MC145027 进行译码。如果要增大遥控距离，可分别提高 T630/T631 的工作电压，或者连接天线，如图 4-11 所示。



a) 发射电路　　b) 接收电路

图 4-11　数字编码遥控电路

94. 调光遥控电路

如图 4-12 所示的电路，如果晶闸管工作在全导通与关断，就是无触点开关。如果在触发器中将触发脉冲移相，去控制晶闸管输出正负半周的导通角就成为交流调压电路

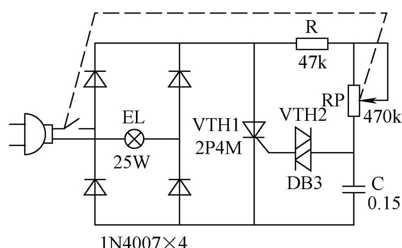


图 4-12　调光遥控电路

了。交流调压器工作方式与可控整流十分相似，不同的是它输出有正负半周的交流而不是直流。晶闸管交流调压电路已取代了笨重、发热量大、成本高、耗铜铁量大的机械式调压设备。大至数电炉、电解、电镀电源，小至家庭用的变光台灯、调速电扇，都可采用晶闸管交流调压电路。目前在实用交流调压设备中，越来越普通使用双向晶闸管来取代两只反向并联的普通晶闸管，大大简化了触发电路。

图为家用变光台灯电路。调整 RP 进行无级调压，灯光就能连续变化。这个电路还可以把灯换成别的家用电器负载，如方便地调整电风扇、小鼓风机、手电钻的转速，电炉、电热毯、电熨斗、电烙铁的温度，落地灯、壁灯的亮度等。

95. MA40EIS/EIR 组成的超声波发射电路

图 4-13 给出了 MA40EIS/EIR 等分立元件构成的超声波发射电路。传感器采用 MA40EIS，其结构、性能与 T-40-16 相似。另外，在 VT2 集电极上由电感 L 作为负载电阻，以利于增大激励电压，使超声波发射器能发射较大的功率，同时也有改善其谐振特性的作用。

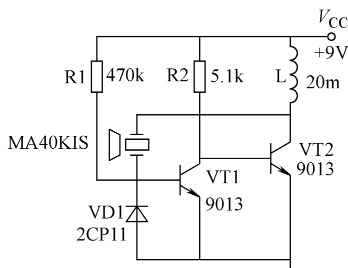


图 4-13　MA40EIS/EIR 组成的超声波发射电路

96. 光电遥控开关电路

光敏电阻常与晶体管、集成运算放大器、555 定时元件等配合组成各种不同的电路。图 4-14 所示为一简单的光电遥控开关电路，555 结成滞后比较器，灯的开关受光敏电阻 RG 控制，白天关闭，夜里接通。

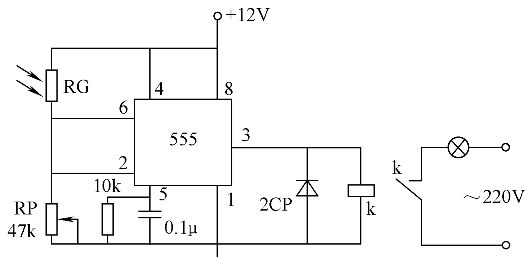


图 4-14　光电遥控开关电路

97. UCM-40-T 与 74LS00 与非门组成的超声波发射电路

图 4-15 所示是由一块 74LS00 四-二输入与非门电路组成的超声波发射电路。其中 F1、R2、C 组成振荡电路，产生 40kHz 振荡信号，经 F2 调制后，送往 F3 激励电路推动传感器 UCM-40-T 工作，发出超声波信号。

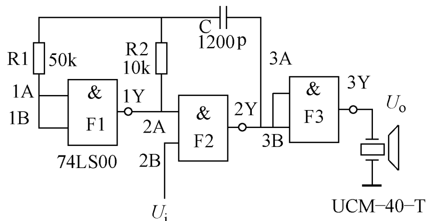


图 4-15　UCM-40-T 组成的发射电路

该电路中 F1、F3 结成非门形式，而 F2 作为与非门使用，有利于调制信号的引入。由此看来，本电路具有结构简单，调试方便，只需一块 74LS00 芯片即可同时完成振荡、调制、激励、发射超声波的任务。该电路的振荡周期由 R2、C 乘积确定，其计算公式为：振荡周期 $T=2.2R_2C$，将参数代入，其振荡频率约为 40kHz。也可改变 R、C 的数值，选择需要的其他振荡频率。

98. 音频遥控开关电路

每发出一个特定频率的声音，就会控制音频遥控开关改变一次状态，电路对环境中发出的其他频率的声音具有很强的抗干扰能力。

电路可用口哨声音作为信号的发射器，进行遥控。由传声器 MDC 接收，调整电路的接收频率，使得电路只对特定的口哨声

音产生反应。仔细调整，使得电路灵敏度最高，控制距离最远。如果制作者比较有经验，也可以使用嘴吹出口哨进行电路的调整。

接收电路原理如图 4-16 所示。电路由 CD4069 六反相器和 CD4060 14 进制串行计数/分频器等元件组成音频放大电路、锁相环电路和开关输出电路。音频放大电路将传声器得到的声音信号进行放大。外界的声音信号经过放大后接到锁相环电路的输入端。锁相环电路内部有一个压控振荡器，平时工作在设定的工作频率上。当外界的声音信号传入锁相环电路，每当接收到与压控振荡器工作频率相同的声音信号时，锁相环电路就处于锁定状态，输出电路的电压由低变高，控制开关输出电路改变开关状态。

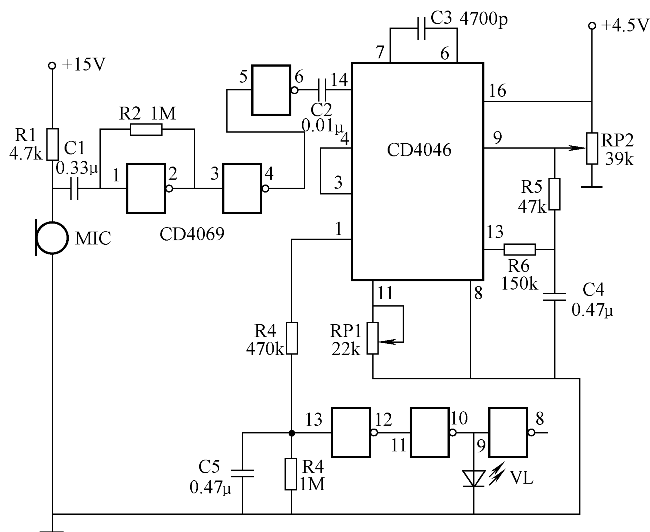


图 4-16 音频遥控开关电路

99. R-40-16 超声波接收电路

如图 4-17 所示，电路由 $VT_1 \sim VT_7$ 等元件组成。由于接收到发射器发出的信号很微弱，电路采用多级放大，输出方波脉冲

信号，去控制 VT5、VT6 及相关元件组成双稳态电路的工作状态。三极管 VT4 每导通一次（发射器发射一次），触发信号经 C7、C8 向双稳态电路送进一个触发脉冲，VT5、VT6 反转一次。当 VT6 从截止变为导通时，VT5、VT7 截止，继电器 K 释放并保持。当下一个脉冲到来时，VT6 由导通变为截止，VT7 导通，继电器 K 吸合，控制负载工作。本电路可用于各种电器开关的遥控控制。

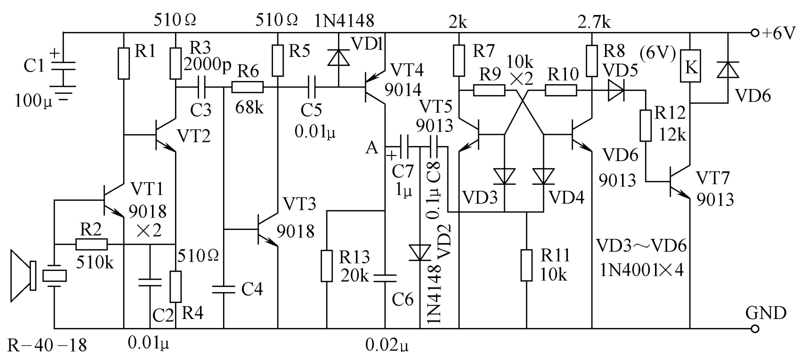


图 4-17　R-40-16 超声波接收电路

100. 有线遥控电路

本装置具有室内微光照明、农村院落定时、调光有线遥控照明功能，也适合城乡楼道走廊等处照明用，还可以消灭使用普通灯泡由于无人管理而出现的长明灯现象，取得显著的节能效果。该装置已投入使用，效果很好。

电源电路如图 4-18 左边部分所示。其由市电交流 220V 经变压器 T 变压为 6V，经整流桥 UR 整流，C1 滤波，R1 限流，稳压二极管 VS 稳压变换成直流电向 IC（555 集成电路）供电。

555 时基集成电路构成的节电延时开关电路图，电路中的延时电路由集成电路 IC、电容 C2 及 C3、电阻 RP1 及 R2、按钮 SB 组成。当按下按钮 SB，IC 即被置位，输出端③脚呈高电平，晶闸管 VTH 被触发导通，灯泡 EL2、EL3 就亮。当断开 SB 后，电

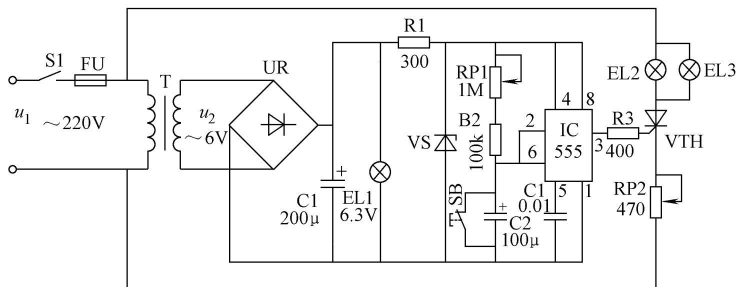


图 4-18　微光调光定时有线遥控原理图

源通过 RP1、R2 向 C2 充电，当充电至 $2/3V_{DD}$ 阈值时，IC 复位，③脚输出呈低电平，使灯泡 EL2、EL3 熄灭。当按下复位按钮 SB，定时电路工作，EL2、EL3 又亮起来。

（1）微光照明电路

当接通电源开关 S1 时，EL1 亮，可用于看电视或床头灯用，既有光照，又节约用电。

（2）调光电路

串在晶闸管 VTH 主电路的电位器 RP2，调节 RP2 的大小，就可改变它在电路中的压降，也就改变了 EL2、EL3 的亮度，实现了调光的作用。

101. 辨别主客的遥控电路

（1）发射电路

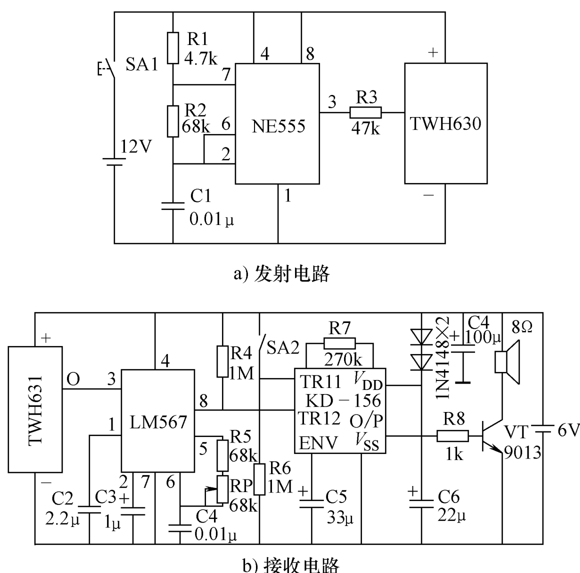
按下发射器按钮 SA1，发射器电路得电工作，由时基集成电路 NE555 等元件构成的多谐振荡器起振，其输出的 1kHz 方波信号经电阻 R3 送到发射组件 TWH630 的输入端，由 TWH630 调制并发射出去。

（2）接收电路

接收电路由接收组件 TWH631、音频译码器 LM567 及“叮咚—鸟鸣”集成电路 KD-156 等元件组成。TWH631 接收解调出的信号送至 LM567 进行译码。译码器的中心频率主要由（RP + R5）和 C4 决定，调节电位器 RP，可使译码器中心频率等于发

射器的调制频率 1kHz，此时 LM567 的⑧脚输出低电平，触发 KD-156 发出“叮咚”声信号，并经 VT 放大推动扬声器发声。

KD-156 是“叮咚—鸟鸣”音乐集成电路，它有两个触发端，一个为高电平触发端 TR11，它受高电平触发，输出鸟鸣声信号；另一个为低电平触发端 TR12，受低电平触发时，输出叮咚声信号。SA2 是鸟鸣声按钮，可安装在门上，供客人来访时使用。发射器由主人随身携带，适合小学的学生使用，如图 4-19 所示。



a) 发射电路

b) 接收电路

图 4-19　辨别主客的遥控电路

102. 分立元器件构成的超声波发射电路

如图 4-20 给出了由 T-40-16 等分立元件构成的超声波发射电路。T-40-16 传感器作为反馈元件和电路中晶体管 VT1、VT2 组成了强烈正反馈频率振荡器，把电振荡信号转换为超声波信号，其振荡频率等于超声波发送器 T-40-16 的中心频率 40kHz。电路工作时，T-40-16 两端产生振荡波形近似于脉冲方波，电压

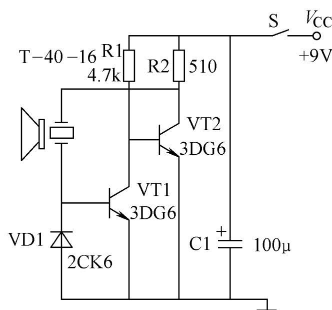


图 4-20　分立元件组成的超声波发射电路

振幅接近电源电压。当按下开关 S 时，便可发射出一连串的 40kHz 的超声波信号，向接收器发射。该电路工作电压为 9V，工作电流为 25mA，遥控距离可达 8m 左右。

103. 抗干扰电路

KA555 抗干扰模拟时基电路原理如图 4-21 所示。图中 D4 为 KA555 模拟/数字混合集成电路，②、⑥两脚为输入信号，③脚为输出信号。④、⑧两脚接电源 5V，①脚接地，⑦脚为集成电路内接晶体管放电端。由于 KA555 的②、⑥脚输入端与地之间接有电容 C12，而 C12 通过⑦脚充放电，其电压高低不断变化，输出端（③脚）与输入端就构成了一个多谐振荡器电路，R28 为反馈电阻。

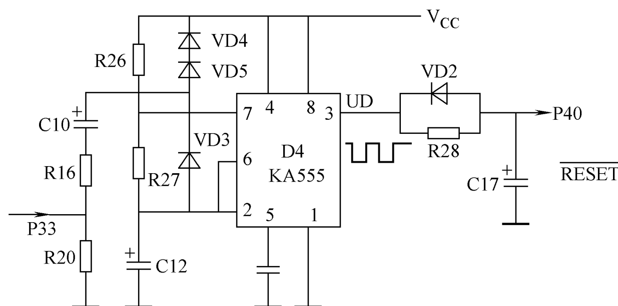


图 4-21　抗干扰电路

在正常工作时，单片机的㉝脚定时发出脉冲信号，通过二极管 VD3 起到钳位作用，振荡电路不能起振。一旦遇到强干扰脉冲信号，单片机出现死机现象时，振荡电路立即起振，输出一个复位信号至单片机的㊵脚复位端，强行使单片机重新工作。

经过对数据的分析，单片机能输出指令，使空调器仍能按故障前的状态继续运行，大大提高了空调器的抗干扰性。这种故障处理的过程时间极短，用户使用空调遥控器时根本感觉不到。

104. 磁控式遥控开关电路

图 4-22a 所示是采用霍尔开关（SH）的磁控装置。在磁铁远离霍尔开关电路时，由于正向固定偏磁作用，霍尔开关电路导通，其输出为低电位，晶闸管关断，交流接触器 KM 释放。而在磁铁移到霍尔开关的敏感区时，在反向磁场作用下，其输出端突升为高电平，通过二极管 VD 使 VT 导通，KM 吸合。调节 RP1 和 RP2 可以兼顾灵敏度和可靠性（防止 VT 误触发）。

图 4-22b 所示是采用干簧管（KP）的磁控装置。在磁铁远离 KR 时，KR 的触点断开，晶体管截止，继电器 KD 释放。而在磁铁靠近 KP 时，KP 的触点闭合，KD 吸合，继电器 KD 的触点串在被控电气设备的控制回路中，这样，磁铁的运动及其所在位置决定设备的工作状态。

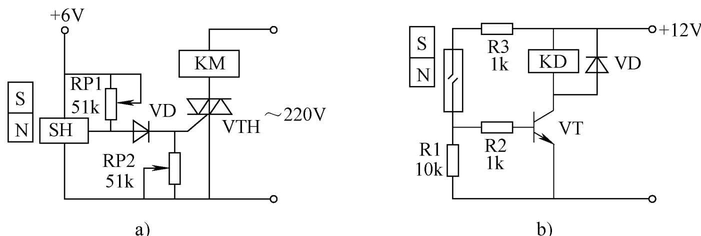


图 4-22　磁控式遥控开关电路

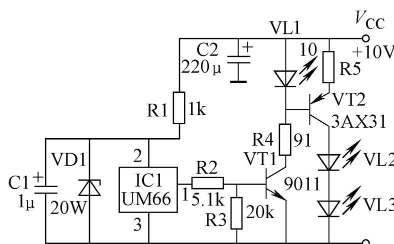
对于图 4-22 所示的电路，如果继电器 KD 的线圈电流很小，或者用电设备的电压很低，电流很小，那么可以将其直接与干簧管串联，用不到其他元器件。干簧管一般触点容量较小，在控制

大容量负载时，就要用晶体管、继电器、接触器或者晶闸管等作电压、电流或功率放大。由于晶闸管控制极所需的电压很低、电流很小，因此把干簧管接于晶闸管的控制极回路，用电设备接于晶闸管的主电路中，这是一种较好的方案。

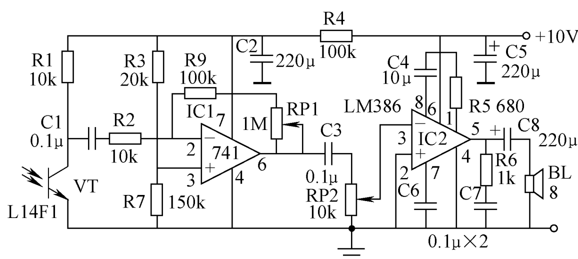
105. 红外音乐遥控电路

（1）发射电路

红外音乐遥控电路如图 4-23 所示，其发射与接收的距离约 10m。图 4-23a 所示是红外线音乐发生器电路，电路中的 IC1（UM66）是一种常见的音乐集成电路（即音乐片），它能输出连续的音乐信号。IC1 的输出经电阻 R2 和 R3 加到由晶体管 VT1、VT2 组成的驱动器电路，以驱动红外发射二极管 LED2 和 LED3，以发射红外线束。驱动器 VT2 基极上的发光管 LED1（红色）是一种指示器，一旦图 4-23a 所示电路加上电源工作，LED1 会随



a）发射电路



b）接收电路

图 4-23 红外音乐遥控电路

IC1 的音乐信号而闪亮，以指示电路正常工作。

（2）接收电路

图 4-23b 所示是红外线接收电路，该电路由光电晶体管 VT（L14F1）。运算放大器 IC1（741）、音频功率放大器 IC2（LM386）、8Ω 扬声器以及相关阻容元件等组成。该电路工作时，光电晶体管 VT 将图 4-23a 的红外线发射管 LED2、LED3 发送的信号（非电量）接收后变成电量。经电容 C3 和电阻 R7 耦合到 IC1 的反相端②脚，经 IC1 放大，IC1（741）是标准的线性放大器（反相放大）。电位器 RP1 是用于增益调节的。IC1 将 VT 的光电信号放大后，通过电容 C5 和 RP2 耦合后加到 IC2（LM386）进行音频功率放大，由 IC2 的输出推动扬声器发声，音量大小由电位器 RP2 可调。

只要按图示参数进行组装，一旦安装正确，无须调试即可正常工作。

第 5 章　电子节能电路

106. 直流电点燃荧光灯电路

图 5-1 所示为用直流电点燃 6 ~ 8W 荧光灯的电路图。它是一个由 VT 组成的共发射极间歇振荡器，通过变压器在二次侧感应出的间歇振荡波点燃荧光灯。

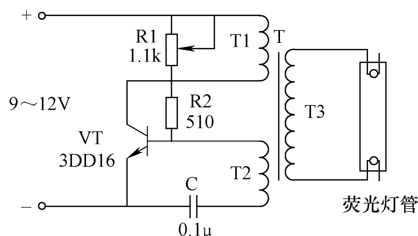


图 5-1　直流电点燃荧光灯电路

实际应用测试，当电源电压为直流 12V 时，灯管点燃后的持续电压为 52V。如果电源电压改用 6V 直流电，则变压器二次绕组 T3 的匝数应从 450 匝增加到 1600 匝。R1 和 R2 可用 O. 25W 或 0. 125W 电阻，电容 C 可从 0. 1 ~ 1μF 之间选用。改变 C 值，间歇振荡器的频率也改变。适当选择 C 值，可使电路效率最高。变压器用 E 型铁氧体较好。T1、T2 的匝数均为 40 匝，线径为 0. 35mm；T3 的匝数为 450 匝，线径为 0. 121mm。

107. 多点控制走廊灯节电电路

多点控制走廊灯节电电路如图 5-2 所示。控制按钮开关 SB1 ~ SB4 可安装在走廊不同位置，只要按动 SB1 ~ SB4 任意一只按钮，照明灯 EL 马上点亮，同时经变压器降压、整流滤波，给 555 集成电路供电。555 集成电路第②、⑥脚所连接 220μF 电容器上初始电压为零，于是 555 集成电路第③脚输出高电平，继电器 K 吸动，使常开触点 K 闭合，整个电路进入定时自锁状态。此后电源对 555 集成电路第②、⑥脚上的电容器充电，电压上升。当电容器充电约 2/3 直流电源电压时为定时时间，约需

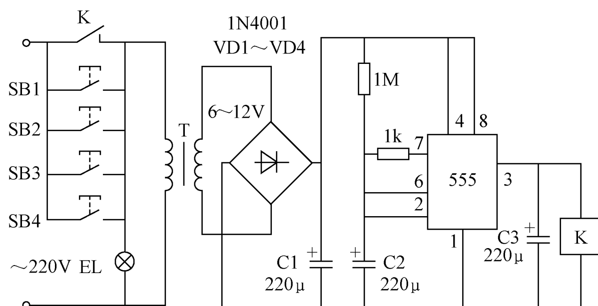


图 5-2　多点控制走廊灯节电电路

3min，此时 555 集成电路第③脚输出翻转为低电平，于是 K 释放，触点开关 K 自动断开，电灯 EL 熄灭。只需再按动 SB1 ~ SB4 中任意一只按钮，又会重新定时，开启电灯。

108. 电动缝纫机节电电路

电动缝纫机节电电路如图 5-3 所示，电路主要由霍尔开关集成电路 IC 及继电器 K 组成。合上开关 QS，电源接通，经 R1 和 C1 阻容降压、硅整流桥整流、C2 滤波、VS 稳压后，向 IC 提供 12V 直流电源。在操作工未踏动缝纫机踏板时，磁铁处于 IC 相对应的工作位置，

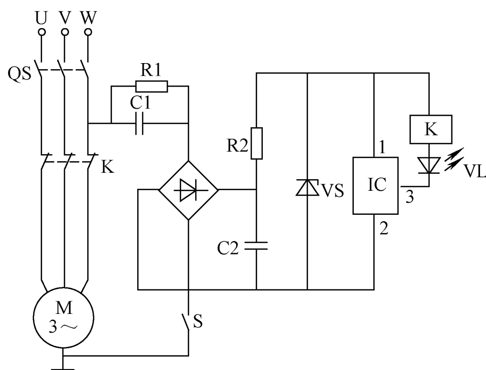


图 5-3　电动缝纫机节电电路

K 通电吸合，打开了常闭触点，缝纫机未通电，红色发光二极管 VL 发亮。反之，踏动缝纫机，由于固定安装于缝纫机离合器操纵杆上的磁铁随之下移，IC 失去磁场作用，其③脚呈低电位，K 失电释放，主电路常闭触点复位，M 运转，VL 熄灭。

109. 低温低压下点燃荧光灯电路

可按照图 5-4 所示的方法，在电路中增加一只二极管，辉光启动器电离时，二极管在正半周导通，起整流作用，使电路中的电流近似为直流。对这种整流后的电流，镇流器阻抗较小，使流过灯丝的瞬时电流加大，增强了电子的发射能力。另外，镇流器因流过的电流较大，存储的磁能也较大，在辉光启动器断开的瞬间，产生的自感电动势也较高。因此，灯管容易启辉点燃。如果接上二极管后，灯管仍不容易启辉，应将辉光启动器的两脚对调一下。

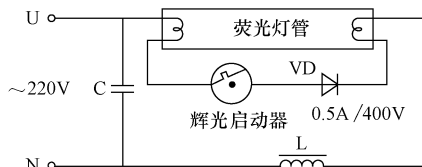


图 5-4　低温低压下点燃荧光灯电路

上述方法既可加速灯管的启辉，又可延长灯管寿命。二极管应选反向耐压 400V、整流电流 500mA 的任何型号的二极管。这种电路可在 -10℃，180V 电压下，使 8W 和 20W 荧光灯快速启辉点亮。

110. 电热毯节电电路

电热毯节电电路如图 5-5 所示。开关 SA 接于 a 点，电热毯通电工作，SA 接于 b 点，电热毯按已调好的时间间隔断续工作。调 RP2 改变通电时间。与非门选用 CD4011，它具有 4 个与非

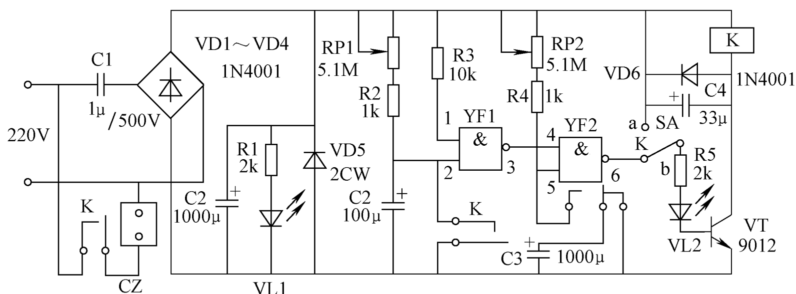


图 5-5　电热毯节电电路

门，只用其中两个。VT 选用 $\beta>30$ 的 NPN 型晶体管。VL1 用 ϕ5mm 红色发光二极管作电源指示。K 选用 DZ-100 型 12V 小型继电器，其余元器件如图 5-5 所示。

111. 摩托车节能电路

摩托车节能控制电路，能在摩托车蓄电池充足电时自动断开磁电机供电回路，使磁电机处于空载运行状态，减轻发动机负荷，达到节油的目的。该装置适用于前照灯直接由蓄电池供电的摩托车。

该摩托车节能控制器电路由电压检测控制电路和多谐振荡器组成，如图 5-6 所示。

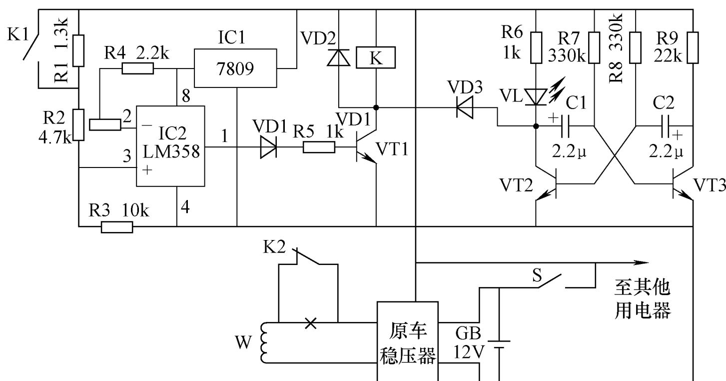


图 5-6　摩托车节能电路

继电器 K 的常开触点 K1 并接在电阻器 R1 两端，常闭触点 K2 串接在磁电机充电绕组 W 的输出回路中。接通摩托车的锁开关 S 后，蓄电池 GB 的 12V 电压在供给 K 和多谐振荡器的同时，还经 IC1 稳压为 +9V，作为 IC2 的工作电源。

IC2 反相输入端（②脚）的基准电压由 R4 提供，同相输入端的取样电压由 R1 ~ R3 串联分压后取得。

在蓄电池 GB 的端电压低于 14.4V 时，IC2 因③脚电压低于②脚电压而输出低电平，使 VT1 截止，K 处于释放状态，其常闭触头接通，常开触头断开，磁电机充电绕组的输出电压经摩托

车稳压器为 GB 充电，此时 VT1 的集电极为高电平，VD3 截止，多谐振荡器振荡工作，VL 闪烁发光，指示 GB 正在充电。

当蓄电池充电至 14.4V 时，IC2 因③脚电压高于②脚电压而输出高电平，使 VD1 和 VT1 导通，K 通电吸合，其常开触点接通，常闭触点断开，IC2 被锁定为输出高电平，磁电机充电绕组的输出回路被断开，蓄电池 GB 停止充电。同时 VD3 导通，多谐振荡器停振，VL 恒定点亮，指示 GB 充电已结束。直到蓄电池电压低于 13.2V 时，IC2 才输出低电平，使 VT1 截止，K 释放，磁电机充电绕组才能再次向蓄电池 GB 充电。

112. 简易自锁开关节能电路

普通的转换开关或拨动开关，长期使用，其动作机械与触点易磨损，同时，由于大电流的冲击触点也极易烧蚀。现介绍一种简单电路可以取代这种开关。

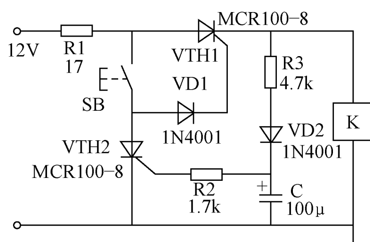


图 5-7　简易自锁开关节能电路

简易自锁开关节能电路如图 5-7 所示，在未按 SB 时，VTH1 不导通，继电器 K 不动作，相当于“断开”状态。按一下 SB 时，12V 电压经 R1、SB、VD1 为 VTH1 提供触发电流使其导通，K 得电，触点接通负载工作。由于电容两端电压不能突变，因而 VTH2 在按下 SB 时不导通，电流经 R3、VD2 向 C 充电。若再次按下 SB 时，此时电容 C 上的电压作为 VTH2 的触发电压，使 VTH2 在 SB 闭合时导通，VTH1 的阳极电压降低，VTH1 截止，K 释放。电容 C 通过 R2、VTH2 的门极、阴极进行放电，电路恢复到原来状态，从而实现自锁作用。

113. 光控淋浴节水电路

光控淋浴节水器能够保证当淋浴者站在喷头下喷头出水，而喷头下无淋浴者时，喷头不喷水，从而达到显著的节水目的。

图 5-8 所示为光控淋浴节水电路。电路中，由串联的两个

光敏电阻、RP 和 NE555 组成的施密特触发器。当有光照时，光敏电阻阻值小，NE555 的②、⑥脚为高电平，③脚输出低电平，继电器 K 不通电，触点不吸合，电磁阀 YV 也不吸合，不供水。当无光照时，光敏电阻的阻值变大，触发器翻转，NE555 的③脚输出高电平，继电器 K 吸合，使电磁阀导通，从喷头中流出水来。

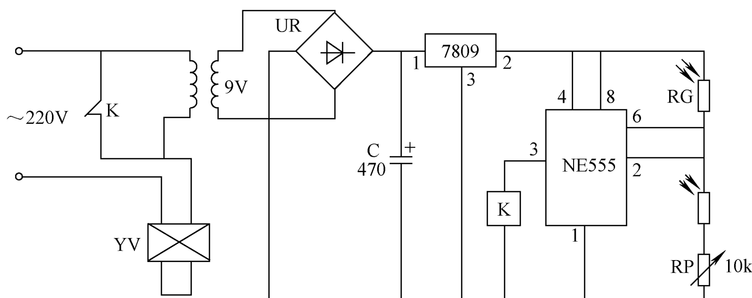


图 5-8 光控淋浴节水电路

114. 微光照明节电电路

定时调光微光照明节电电路，是集照明定时调整、调光控制以及微光照明多功能于一体的节电装置，可安装在公共楼道、家属院内、卫生间等处照明使用。仅定时功能来说，可用于家用电器如电热毯、电风扇的定时。安装在卧室，其微光照明功能也会使房间的色调和气氛别具一格，同时还可收到明显的节电效果。图 5-9 所示是定时调光微光照明节电电路。

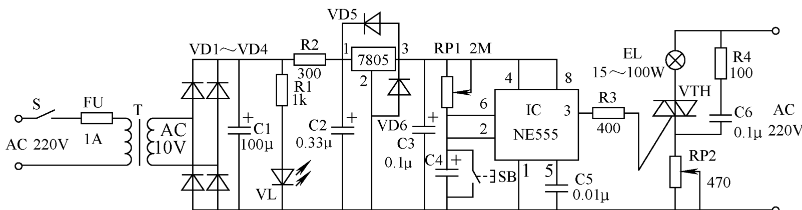


图 5-9 定时调光微光照明节电电路

图 5-9 所示电路电源由市电 220V 经变压器 T 变压和整流桥（VD1 ~ VD4）整流，电容 C1 滤波，W7805 稳压变成直流电向（NE555）集成电路供电。电路中的延时电路有集成电路 NE555、电容 C4、C5 和按钮 SB 组成。接通电源开关 S，按一下按钮 SB，NE555 即被置位，输出端③脚呈高电平，双向晶闸管 VTH 被触发导通，灯泡 EL 就亮。当放开 SB 后，电源通过 RP1 向 C4 充电，当充至高于 $2/3V_{DD}$ 阈值电平时，SB555 复位，⑧脚输出呈低电平，使灯泡 EL 熄灭。微光照明 VL 接通 S 后一直保持工作状态。调整 RP2（470Ω）即可进行调光控制。

115. 荧光灯节电电路

荧光灯的节电电路如图 5-10 所示。经实验，40W 荧光灯串入 2μF 电容最省电，不同瓦数的荧光灯串接电容后的节电情况列于表 5-1。

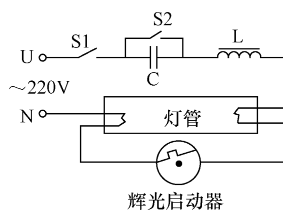


图 5-10　荧光灯节电电路

由表 5-1 可知，功率越大的荧光灯管，串电容使用后，节电越多。

串联电容节电的原理是：通常荧光灯的总耗电量由两部分组成，一部分是荧光灯发光消耗的电能，另一部分是镇流器消耗的电能。荧光灯中通过的电流 I_w，都大于灯管发光效率最高时的电流 I_o，因为电流较大易于启辉。如果串联的电容选得合理，使电路中的电流降低一些，恰好 $I_o = I_w$，虽然灯管电流减小了，发光效率却最大。电流减小后，镇流器上的功率也要减小。另外，串联电容后，可以提高电路的功率因数，也降低了无功功率，所以荧光灯电路串联电容可以节电。

表 5-1　串电容节电表

功率 /W	使用方式	电源电压 /V	工作电流 /mA	光通量 /lm	实际耗电 /W	节电数 /W
40	不串电容	220	415	2260	49.6	
	串 2μF 电容	220	225	1240	24.4	25.2

（续）

功率 /W	使用方式	电源电压 /V	工作电流 /mA	光通量 /lm	实际耗电 /W	节电数 /W
30	不串电容	220	370	1440	35.8	
	串 1.5μF 电容	220	120	616	14.4	21.4
20	不串电容	220	408	800	29.6	
	串 1.5μF 电容	220	130	382	12	17.6

116. 汽车电子节油电路

本节油器将气缸体内燃烧室的压力变化转变为电变化，此电变化的表现形式为一个锯齿脉冲合成波。锯齿部分是反映进气到压缩终了的压力变化，脉冲部分反映点燃后的压力变化，我们将锯齿波的顶部切割出来，作为点火控制信号。以此信号触发晶闸管。晶闸管在此代替了原点火的点火开关（即一对白金触点）。晶闸管无触点开关，具有寿命长、开关速度快、成本低等优点。

此脉冲在压缩行程完了，燃烧室内压力最大时刻（点火前）发生。点火后的高压脉冲由电子电路中的陷波器吸收。汽车电子节油电路如图 5-11 所示。

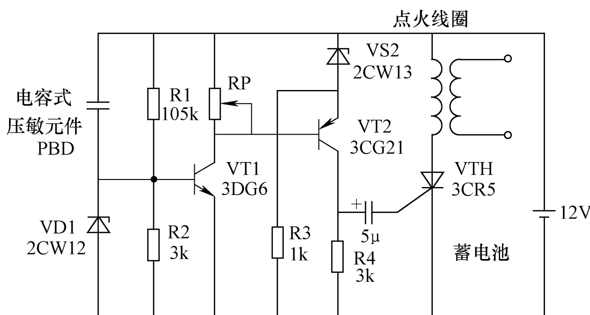


图 5-11　汽车电子节油电路

燃烧室压力变化由电容式压敏元件测得并转化为电信号，此压力电信号经 VT1、VT2 线性放大，VS1 为限幅稳压二极管，R1、R2 为 VT1 偏流分压电阻，RP 为 VT1 负载电位器，而且也

控制着 VT2 的直流工作点。改变 RP 值可将锯齿波的顶部切割出来，将此信号经 VT2 放大后作为同步脉冲触发晶闸管无触点开关的通断，R3 是 VS2 的限流电阻，VS2 是稳压二极管，在此起提高并稳定 VT2 发射极电位的作用，R4 是 VT2 负载电阻，5μF 的电解电容起耦合作用。

117. 光控窗帘节电电路

光控自动窗帘机是家庭中的电气化用具，每天早晨它能自动把窗帘拉开，晚上开灯时自动把窗帘拉上。

图 5-12 所示为设计参考电路，各项参数经实验调整确定。

图 5-12　光控窗帘节电电路

电路的工作原理分析如下：每天清晨，光线照射到硅光电池上，产生一电动势，此电动势将使晶体管 VT1 导通，向电容 C1 充电，随着电容 C1 上电压不断上升，VT2 的发射极电流也逐步增加，此电流达到晶闸管门极触发电流时，晶闸管即被触发导通，继电器 K 吸合，触点转换，直流电动机正向通电旋转，经减速器驱动窗帘缓缓移动到停止。

晚上夜幕来临，电路无光照，不工作。自动将窗帘拉上。

118. 光电控制节电电路

在印刷厂切纸时，往往是把很厚的纸用手放入切纸机内，这时如误用脚踩动切纸开关，切刀就会自动切纸，极易造成工伤。

利用光电控制使工人正在操作时切纸机停机，可避免事故的发生，如图 5-13 所示。

其工作原理是，由 VT1、VT2 组成射极耦合双稳态触发电路，当切纸工人用手放纸时（在机器一边装有灯泡并向另一边照射，另一边装有光敏晶体管），手正好遮挡住灯泡照射的光线，使光敏晶体管呈高阻值，于是 VT1 导通，VT2 截止，继电器释放，因继电器的常开触点串入切纸机下刀操作的线圈回路，这时即使误踩切纸机下刀开关，也不会下刀，从而避免事故的发生。

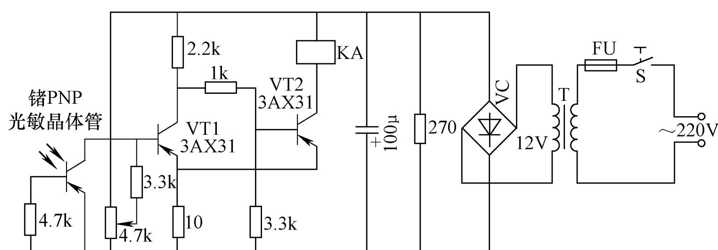


图 5-13　光电控制节电电路

119. 节电调光电路

节电调光电路如图 5-14 所示。用 LED 调光灯光源改变传统的白炽灯泡，用 1W 大功率与 ϕ5mm 小功率发光二极管混合型调

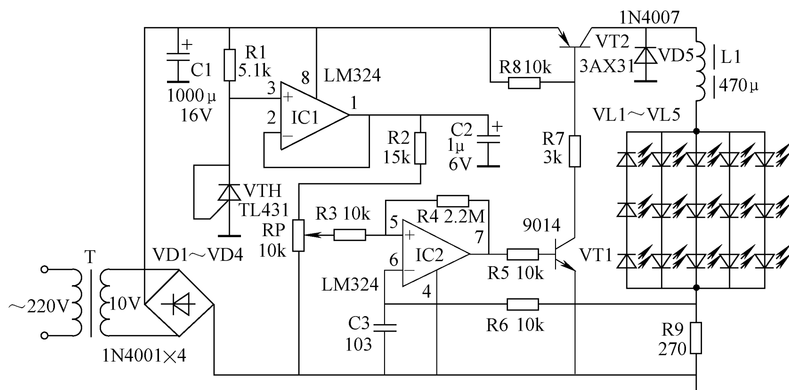


图 5-14　节电调光电路

光电路，结构简单，加一片运放。实际照度不亚于 25W 白炽灯，具有节能、可靠和使用寿命长等优点。

电路电源取自变压器 T 加上桥式整流 VD1 ~ VD4 将市电 220V 变为直流 14V 工作电源。运放 IC1、IC2 及外围电阻 R3 ~ R6 等组成触发电路同相输入基准电压，反相输入取样电阻 R9，与同相输入作比较，使脉冲宽度由 RP 调节，经过驱动晶体管 VT1 和功率放大晶体管 VT2，点亮发光二极管 VL1 ~ VL15，电位器 RP 控制电流大小，完成调光功能。

120. 电子节能灯电路（1）

电子节能灯的电路如图 5-15 所示。

AC 220V 市电整流滤波后，输出约 310V 的直流电压（空载时），作为高频振荡器的工作电源。功率开关管 VT1、VT2 和 T 等组成的自激振荡器，将 310V 变换为 50kHz/270V 的高频电压。作为节能灯管的工作电压，再通过 C5 和 L1 组成的串联谐振启辉电路送往节能灯管。谐振电容 C5 上谐振电压的 Q 倍（大约 600V），加在节能灯管两端使其启辉点亮。

图 5-15　电子节能灯电路（1）

121. 电子节能灯电路（2）

电子节能灯电路如图 5-16 所示。与图 5-15 类似，留给读者自己阅读。

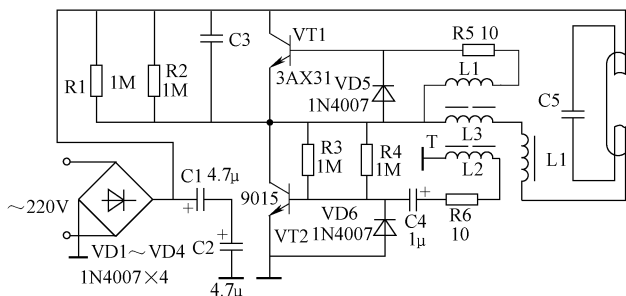


图 5-16　电子节能灯电路（2）

122. 卫生间节水电路

本装置用于卫生间，可达到节水、卫生的目的。

图 5-17 为本装置的电路图。IC 为常见的音乐集成块，本装置还巧妙地利用了它的记忆功能。SB、SA 为自制压敏开关。当有人踩在自制的踏板上时，SB 闭合，SA 断开。闭合时，音乐集成块 IC 被触发，由于集成块外接振荡电阻断开，IC 无信号输出，但 IC 却记住了这一触发信号。当人离去时，踏板复原，SB 断开、SA 闭合。IC 输出信号。C1 滤波平滑使复合晶体管 VT1、VT2 导通，继电器 k 常开触头闭合接通，电磁铁或电磁阀门打开，水门自动冲洗，当 IC 延时结束，电路又自动关闭水门。

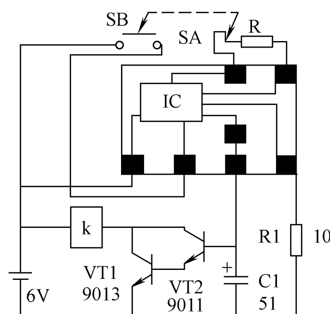


图 5-17　卫生间节水电路

元器件选择

IC 采用常见音乐集成块。VT1 采用 9013 型晶体管，VT2 采用 9011 型晶体管，均要求 $\beta > 60$，k 采用型 JRX-13F 继电器。电源用 6V 电池，也可改用交流稳压电源。

123. 电视机节电电路

图 5-18 介绍的采电节电电路，能在电视机待机时，将待机

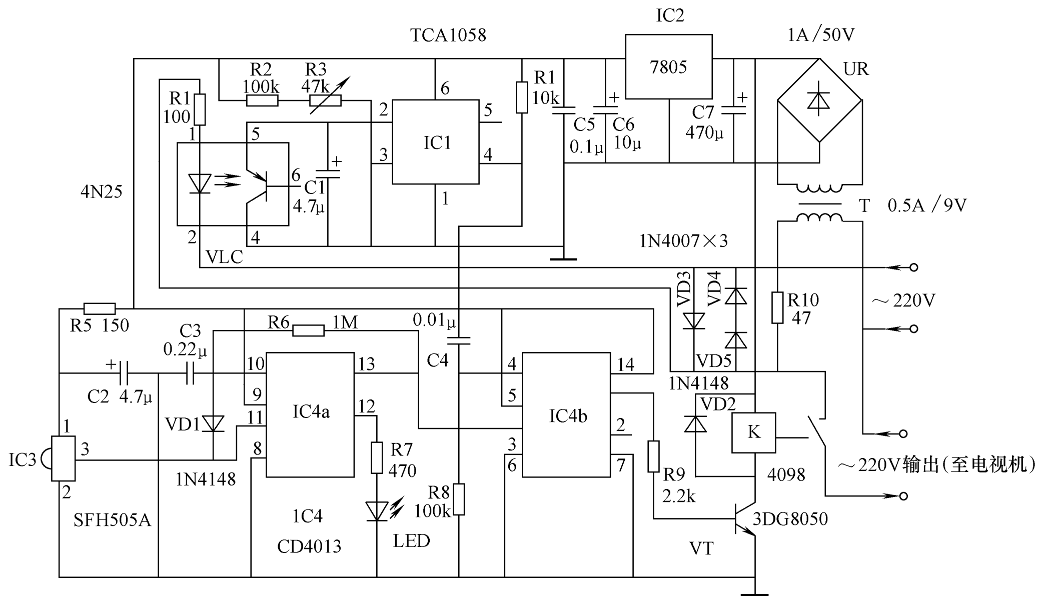


图 5-18　电视机节电电路

功耗降至 0.5 ~1W，节能效果显著。

当按下电视机遥控器的待机键时，电视机进入待机状态。此时由于流过 R10 的负载电流减小（即 R10 的电压降减小），使 TVP 内部发光二极管的光敏晶体管的导通能力减弱，使 IC1 的④脚输出高电平，通过 C4 使 IC4b 复位，IC4 的①脚由高电平变为低电平，VT 截止，K 释放，电视机的工作电源被切断。此时 IC4 的⑬脚为低电平，⑫脚输出高电平，LED 点亮。

再次按遥控器待机键时，IC3 将遥控器发射韵红外光转换成电信号后加至 IC4 的⑪脚，使由 IC4a 和外围元器件组成的单稳态触发器翻转，IC4 的⑬脚和①脚均输出高电平，VT 导通，K 吸合，电视机通电工作。

124. 插卡节电电路

入住三星级以上宾馆时，客人进房时插入“卡片”，电源自动打开，离房时取出“卡片”，电源延时 30s 后自动切断，以防止因客人流动性大，忘记关闭电源而浪费电。插卡片节电电路如图 5-19 所示。

电路工作过程如下：无客人住房时，VL1 向光敏晶体管 VT1 传送红外线信号，使 VT1 导通。此时，电压比较器 A1 同相输入端③脚为低电平，而其反相输入端②脚为中点电压，故输出端①脚也是低电平，即 A1 =0 状态。由于后级电压比较器 A2 的反相输入端⑥脚也是中点电压，而同相输入端⑦脚为低电平，即 A2 =0 状态。对后面的输出级交流通路无作用。倘若客人进房插入“卡片”，红外线信号被阻断，致使光敏晶体管 VT1 截止。电压比较器 A1 同相输入端③脚电压上升，即输入电压大于反相输入端②脚的中点电压。工作状态刚好与上述相反：A1 =1、A2 =1，于是光耦合器 IC1 的第①、②脚上的发光二极管导通，触发双向晶闸管 BT139 导通，市电自动接通，室内的用电器可正常工作。

如客人离房取出“卡片”，电路又恢复至初始状态，但由于在电压比较器 A1 的输出使光敏晶体管 VT1 连接 RC 延时电路。

此时，电容 C1 上的电荷须经过电阻 R5 放电，大约经过 30s 的时间才低于中点电压，电路才开始动作，即 A1 = 0、A2 = 0，用电器上市电便自动关断。

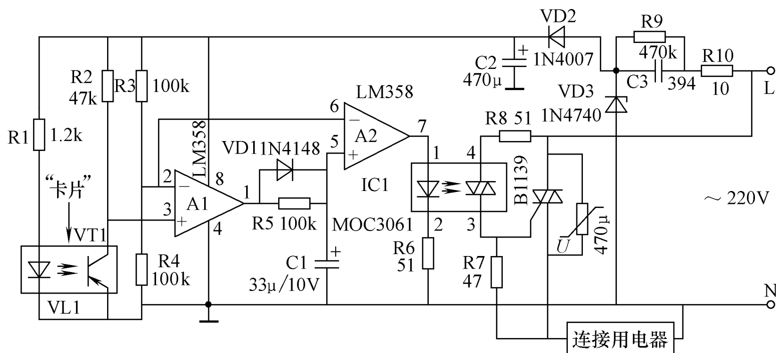


图 5-19　插卡片节电电路

第 6 章　电子控制电路

125. 织布机控制电路

刚接通电源开关 S 时，由于 C1 的作用，IC 的⑥脚电压高于 $2V_{cc}/3$，IC 的③脚输出低电平，K 不吸合，织布机的电动机（电路中未画出）不运转。

当用手触摸电极片 A 时，人体感应的杂波信号使 IC 内电路受触发而翻转，IC 的③脚输出高电平，使 K 吸合，织布机电动机通电运转（K 的常开触头通过控制交流接触器来控制电动机），如图 6-1 所示。

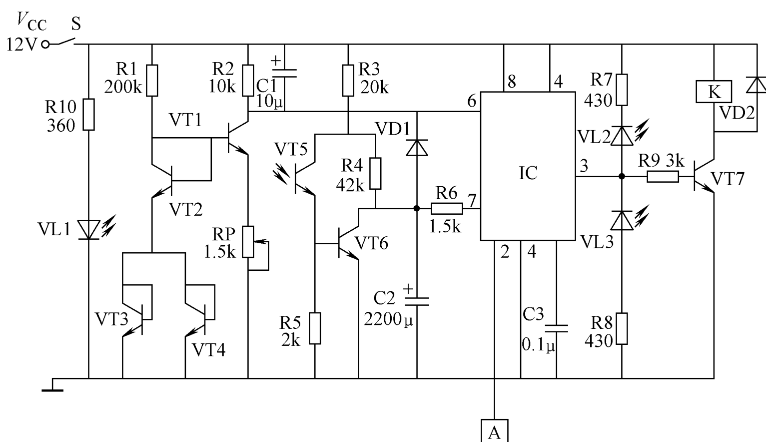


图 6-1　织布机控制电路

若织布机电动机处于空载（未织布），则织布机的运动机构将 VL1 发射的红外光挡住，VT5 接收不到红外光而处于截止状态，V6 也无法导通，V_{cc}电压通过 R3、R4 对 C2 充电。约 30s 左右，当 C2 两端电压高于 $2V_{cc}/3$ 时，IC 的③脚变为低电平，使 K 释放，C2 通过 R6 对 IC 的⑦脚内电路放电，为下次起动作准备，

完成织布机空载延时停机功能（延时 30s 相当于处理织布机故障所需时间）。

若织布机在电动机起动运转后开始织布，则 VT5 受 VL1 发出的红外光照射而导通，使 VT6 导通，C2 正端为低电平，织布机电动机正常运转工作。

VT3 和 VT4 作为温度检测器件，安装在电动机的定子绕组上，用来检测电动机绕组的温度。在电动机绕组的工作温度低于 120℃时，VT3 和 VT4 的导通能力较弱，VT1 处于截止状态，VT2 导通，IC 的⑥脚为低电平（低于 $2V_{cc}/3$），织布机电动机正常工作。当电动机绕组的工作温度超过 120℃时，VT3 和 VT4 受热后导通能力增强，使 VT1 导通，VT2 截止，IC 的⑥脚电压高于 $2V_{cc}/3$，③脚输出低电平，使 VT7 截止，K 释放，织布机电动机停止运转，从而达到了电动机过热保护的目的。

126. 溶液浓度检测电路

这种化工生产溶液浓度检测仪，可用于化工生产过程对溶液浓度的检测。

（1）电路原理

溶液浓度检测电路如图 6-2 所示。市电经变压器 T 隔离降压为 10V，再经 C1、C2 及 R1 限流，两只 6.8V 稳压管双向限幅（稳定电压），以确保探针两端检测出的电压值能客观、准确地反映出溶液的浓度值。

当两根不锈钢探针插入溶液中时，市电经稳压管双向限幅后成方波，通过溶液中两探针间的电阻加到 VT 的基极，使其基极电平随溶液浓度（电阻）的变化而变化，这样，VT 的导通状态就与溶液的浓度有关了。用接在 VT 的集电极的表头便可指示出被检测溶液的浓度来。

（2）制作、校正与刻度

两根探针必须用能导电且对被检测溶液化学稳定性高的材质来制作，不锈钢为首选。两针间间距以能插入容器口且固定不变为准。检测手柄与仪器间的两导线用焊接方式连接。若用插头插座接，则应确保今后不会引入接触电阻（即引入测量误差）。校

图 6-2　溶液浓度检测电路

正时，将探针尖“短接”，调节“RP（4.7kΩ）”使表头指针指示为“0 点”，从此“0 点”开始作出“浓度”刻度。其浓度可根据生产（检测）需要，以“百分比浓度”、“克分子浓度”、“当量浓度”等自由决定。也可以用已知浓度的标准溶液来直接标定刻度。

127. 单相交流电动机电子调速控制电路

单相感应电动机无级调速线路如图 6-3 所示。图中 C2 和 RP

图 6-3　单相交流电动机调速控制电路

组劳阻容移相桥，调节 RP，便可改变移相电桥输出的交流电压的相位，计算整流桥 UR2 加在 VTH 门极上控制 VTH 的导通角，从而改变电动机 M 的工作电压，实现无级调速。

128. 炼钢炉译码接口控制电路

为了使各个接口能正常工作，系统需要对所有端口进行地址分配。根据系统中接口的数量，采用 74LS154，可译出 16 个地址，其接口电路如图 6-4 所示。

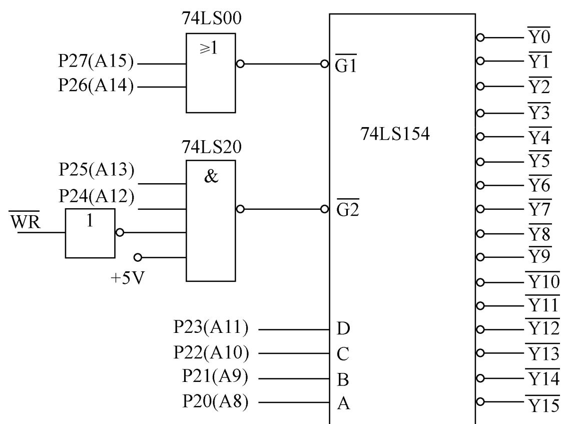


图 6-4　地址译码接口控制电路

图 6-4 中，地址总线 A15、A14 控制译码器的控制端 G1；A13、A12 控制译码器的控制端 G2；A11 ~ A8 接译码器选择控制端 D、C、B、A。由此可以分析出各端口地址，如表 6-1 所示。

表 6-1　地址译码器各端口地址

A11	A10	A9	A8	端口
0	0	0	0	Y0　F000H
0	0	0	1	Y1　F100H
0	0	1	0	Y2　F200H
0	0	1	1	Y3　F300H
0	1	0	0	Y4　F400H
0	1	0	1	Y5　F500H

（续）

A11	A10	A9	A8	端口
0	1	1	0	Y6　F600H
0	1	1	1	Y7　F700H
1	0	0	0	Y8　F800H
1	0	0	1	Y9　F900H
1	0	1	0	Y10　FA00H
1	0	1	1	Y11　FB00H
1	1	0	0	Y12　FC00H
1	1	0	1	Y13　FD00H

此外，本系统还设有 8 个 D/A 转换电路，分别将处理器输出给各路的控制量转换成模拟量，送至对应的执行机构。采用 DAC0832，输出为 4 ~ 20mA。

129. 电控锁驱动控制电路

电控锁驱动电路如图 6-5 所示。用户刷卡后，主控设备接收读卡器信息解码曼彻斯特码得到 5 字节长度的卡号，并判断卡号的合法性，若卡号合法，则允许开门，Control Lock 端为低电平，光隔离器工作，驱动继电器的晶体管导通，继电器线圈得电，电锁打开；当 Control Lock 端为高电平时，继电器掉电，电锁闭合。

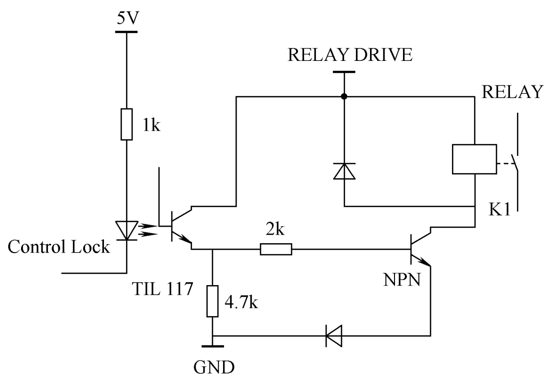


图 6-5　电控锁驱动控制电路

130. 光电池控制电路

电路如图 6-6 所示。220V 交流电压经变压器 T 变压为 19V，桥式全波整流，电容 C1 滤波，三端稳压集成块 7812 稳压后变成直流电压。

当光电池受到光照后，使单稳态或双稳态电路状态翻转，改变电路的工作状态，去接通或断开负载电路，或者触发晶闸管电路导通，控制照明或家用电器开关。

元器件选择，按照图上标注的型号、参数选用即可。

图 6-6　硅光电池控制电路

131. 汽车转速表指示控制电路

汽车发动机转速表有机械式和电子式两种，用来观察发电机的转速。其中电子式转速表应用最广泛。现以电容放电式转速表为例，介绍其工作原理。电容放电式发动机转速表电路如图 6-7 所示。

图 6-7　汽车转速表指示控制电路

发动机电子转速表是利用点火初级电路的脉冲信号，控制电路中电容 C3 的充放电次数进行工作的。当初级电路中的触点 d 闭合时，晶体管 VT

基极接地处于截止状态，电源经 R3、C3、VD2 向电容 C3 充电；在触点 d 断开时，晶体管 VT 基极得到高电位而导通，电容 C3 经晶体管 VT、转速表 n 和二极管 VD1 形成放电回路，驱动转速表。发动机工作时，触点 d 的开闭次数与发动机的转速成正例，电容器 C3 不断充放电，通过转速表 n 放电电流的平均值与发动机的转速成正比。稳压管 VS 使电容 C3 有一个稳定的充电电压，来提高转速的测量精度。

132. 汽车电子转向信号闪光灯控制电路

当汽车转弯时，方向指示灯一闪一闪地发光，指示转弯的方向，以引起来往车辆及行人注意安全。汽车转弯闪光指示灯控制电路如图 6-8 所示，VT1、VT2 组成无稳态电路，当 S1 合上后，无稳态电路开始工作，由于 VT1 不断导通与截止，从而使继电器 K 不断吸合与释放，使指示灯电路接通和断开，灯发出一闪一闪的亮光。S2 合在“1”上时，汽车左灯发光，S2 合到“2”上时，汽车右边的指示灯发光。

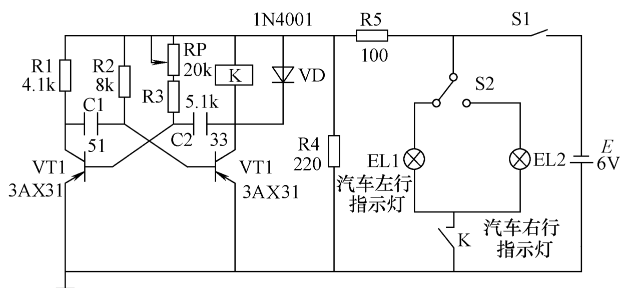


图 6-8　汽车电子转向信号闪光灯控制电路

133. 汽车车窗控制电路

汽车电动车窗控制电路如图 6-9 所示。采用两个半桥智能功率驱动芯片 BTS 7960B 组合成一个全桥驱动器，驱动直流电机转动，使车窗上升或下降。BTS 7960B 是应用于电动机驱动的大电流半桥集成芯片，它带有一个 P 沟道的高边 MOSFET、一个 N 沟道的低边 MOSFET 和一个驱动 IC。P 沟道高边开关省去了电荷

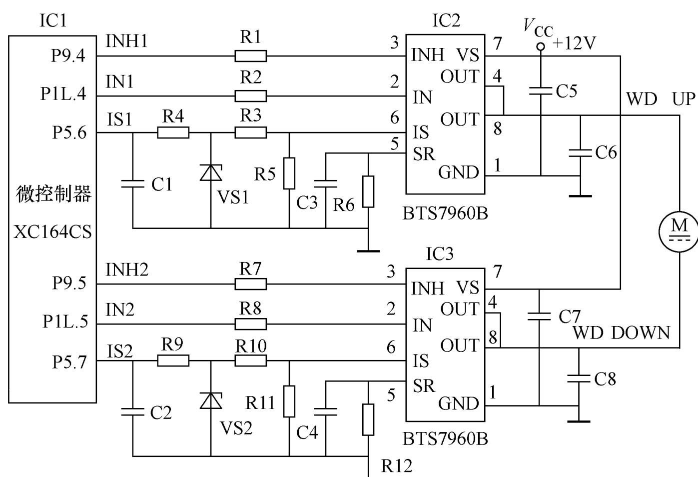


图 6-9　汽车车窗控制电路

泵的需求，因而减少了电磁干扰（EMI）。集成的驱动 IC 具有逻辑电平输入、电流诊断、斜率调节、死区时间产生和超温、过电压、欠电压、过电流及短路保护的功能。

BTS 7960B 的通态电阻典型值为 16mΩ，驱动电流可达 4.3A，因此即使在寒冷的冬天，仍能保证车窗的安全启动。调节 SR 引脚外接电阻的大小可以调节 MOS 管导通和关断时间，具有防电磁干扰功能。IS 引脚是电流检测输出引脚。INH 引脚为使能引脚，IN 引脚用于确定哪个 MOSFET 导通。当 IN = 1 且 INH = 1 时，高边 MOSFET 导通，输出高电平，当 IN = 0，且 INH =1 时，低边 MOSFET 导通，输出低电平，16 位微控制器 XC164CS 控制。

BTS7960B 的开关动作，同时对系统状态进行定时监控。接收合适的故障反馈信号，并通过车载网络（CAN 总线）实现与中央车身控制器的故障信息和按键控制信息的交换，从而及时在用户界面上显示故障内容，并对电动车窗进行实时控制。为了避免车窗电动机启动瞬间出现电流尖峰，通过对下桥臂开关管进行

频率为 20kHz 的脉宽调制（PWM）信号控制，实现软启动功能。

134. 固定电源相序控制电路

在采用三相 380V、50Hz 电源供电的电动机电气电路中设置三相电源相序保护电路，可以防止当电源相序接错时电动机由于运转方向相反而造成的机械损坏或生产事故。

固定三相电源相序的电动机控制电路如图 6-10 所示。

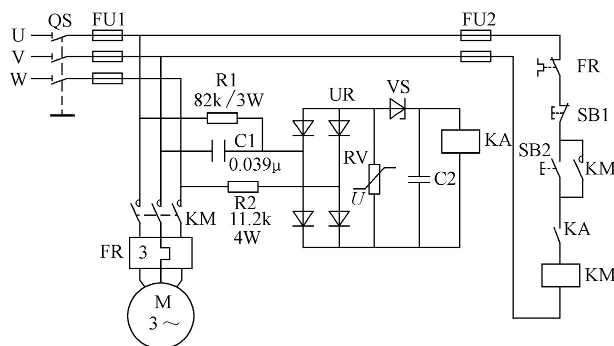


图 6-10　固定三相电源相序控制电路

三相电源 L1 相和 L2 相上分别接有电阻 R1 和电容 C1，公共端为 0。L3 相上接有电阻 R2 与整流桥 UR 串联电路，然后也交汇于公共端 0。整流桥 UR 的直流输出电压经稳压二极管 VS，给继电器 KA 的线圈供电，电容 C2 起平滑线圈上直流电压的作用。压敏电阻 RV 正常情况下不导通，当整流桥 UR 输出端出现过电压时，RV 导通，吸收过电压，以保护稳压管 VS、继电器 KA 和电容 C2 不损坏，从而确保继电器 KA 不产生误动作。

当三相电源 L1、L2、L3 为正向相序时，继电器 KA 上的电压约为 23V，KA 得电吸合，其常开触点闭合，接通控制电路电源，可以起动电动机。

当三相电源 L1、L2 和 L3 相序接错时，继电器 KA 上的电压约为 5V，不能得电吸合，其常开触点保持断开，不能接通控制电路电源，不能起动电动机。

该相序保护电路兼备断相保护功能。当 L3 相断相时，整流

桥 UR 将无输入交流电压，也就没有直流电压输出，继电器 KA 无电，其常开触点仍保持断开。

135. 光电控制鸟鸣电路

如图 6-11 所示，该电路由 IC1（NE555）构成单稳态定时电路，用光敏晶体管 3DU5 接收光线，当有光束通过 3DU5 的透光窗口时，3DU5 导通，触发 IC1 的②脚变为低电平，故③脚为高电平输出，使 IC2 得电。由于触发端与电源负极直接相连，故 IC2 受到负脉冲的触发而工作，因而在扬声器 B 中就发出一阵鸟鸣声。同时 VL1、VL2 也点亮，犹如两只小眼睛闪闪发光。这种状态根据图中元器件的选用约持续 4s。如果要延长鸟叫时间，增大 R2 或 C1 即可。IC2 是一片 KD—156 软包装的音乐集成电路芯片，内存有两种声音，一种是“叮咚”铃声，另一种是鸟叫声，只要将触发端接为负触发式就是鸟叫声，制作时应注意。

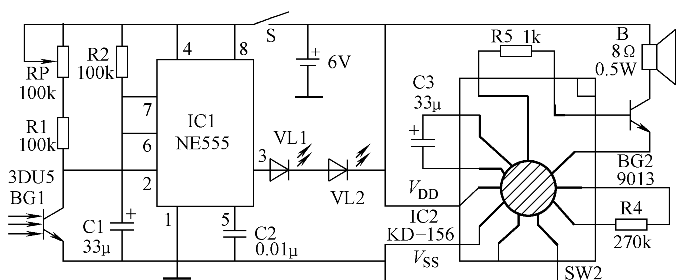


图 6-11　光电控制鸟鸣电路

136. 变色灯控制电路

220V 交流电经 R1 和 R2 降压再经 VD1 ~ VD4 整流和 C2 滤波获得约 18V。再经 R3 和 VD5 稳压 IC 的④、⑤脚提供 +12V 电源。加电后在第②脚没有时钟信号的情况下，12 只发光二极管全部点亮，第①脚串接 4 只红色发光二极管，第⑧脚串接 4 只绿色发光二极管，第⑥脚串接 4 只蓝色发光二极管。

当 50Hz 交流信号通过 R4 进入第②脚触发内部程序控制器

时，R、G、B 三路输出将按一定顺序逐个发光，出现红绿蓝三色交替变换的彩色光源，平均每 2s 一拍，由七个节拍完成一个循环周期，如图 6-12 所示。

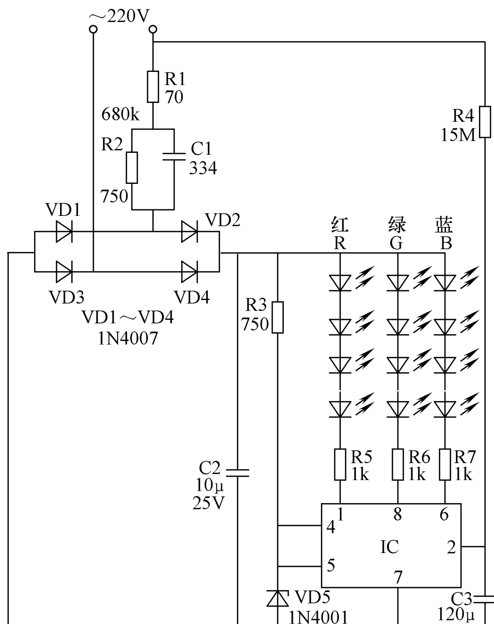


图 6-12　变色灯控制电路

137. 光磁温度控制电路

一个简单的光控、磁控、温控电路实板，既是教具，又是学具。学生通过动手实验，能亲身体会到传感器的魅力，这就能又取得较好的教学效果，如图 6-13 所示。

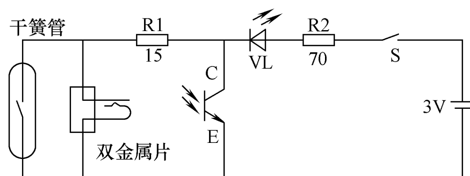


图 6-13　光磁温度控制电路

控制原理：

（1）接通电源，光敏晶体管受光照射电阻变小，发光二极管发光，证明电路导通。用黑色柯达胶卷盒罩住光敏晶体管，光敏晶体管不受光照，呈高电阻，红色发光二极管不发光，证明电路不导通。

（2）用黑色柯达胶卷盒罩住光敏晶体管，光敏晶体管不受光照，用小磁铁靠近干簧管，干簧管导通，红色发光二极管发光，证明电路导通。移去小磁铁，干簧管断开。发光二极管不发光，证明电路不导通。

（3）用黑色柯达胶卷盒罩住光敏晶体管，光敏晶体管不受光照，移去小磁铁，用打火机火焰慢慢靠近双金属片。双金属片受热膨胀，两电极接通，红色发光二极管发光，证明电路导通。迅速移去火焰，双金属片冷却收缩，两电极断开，发光二极管不发光，证明电路断开。

干簧管、光敏晶体管、双金属片三个元件能够把磁、光、温非电学量转换为电学量，对电路实现控制，并用发光二极管显示电路的工作状态。

138. 荧光灯自动开关电路

白天晶闸管 VTH 关断。荧光灯断路不亮，夜间晶闸管触发导通，荧光灯点亮发光。VT1 ~ VT4 的相关元件组成白天夜间检测电路，直流电源由桥式整流输出经 VD6 稳压、C1 滤波供给。

白天光线较强，光电晶体管 VT1 导通，VT2 和 VT3 截止，使 VT4 导通，晶闸管无电流流入而截止，荧光灯不亮。

当夜幕降临，电解电容 C2 的电压增加到足够高时，VT2 和 VT3 导通，VT4 无基极电流输入而截止，晶体管的直流电源通过分压器 R6/R7/R8 向晶闸管输入电流，使晶闸管 VTH 导通，荧光灯点亮发光。R9 和 R10 可防止 VT2 和 VT3 在开/关过程中出现的滞后，这样夜幕降临时电路不会出现重复接通和断开的现象，如图 6-14 所示。

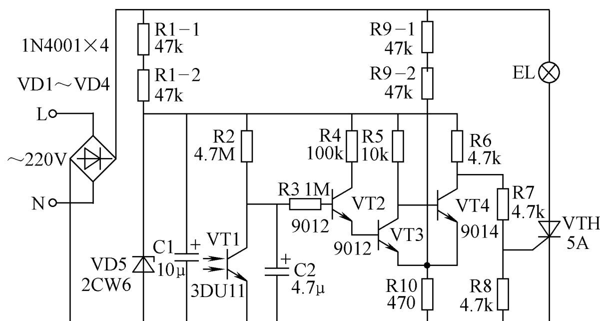


图 6-14　荧光灯自动开关电路

139. 电梯运行区间排气扇控制电路

电梯机房或其他设备装置的排气扇，原来是手动控制，使用不够方便，但可设置单间放置，使排气扇在一定的温度区间自动运转，而在区间外则停转，如图 6-15 所示。

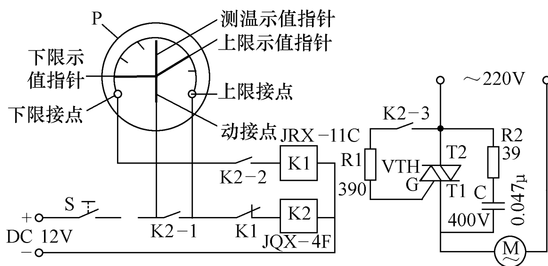


图 6-15　电梯运行区间排气扇控制电路

P 为电接点温度计，它的表盘上有三根指针，即测温示值指针，上、下限示值指针（分别设定温度的上、下限值）。与上、下限示值指针应为上、下限接点，与测温示值指针连接的接点为动接点。工作前先根据需要设定上、下限示值指针的位置。接通直流电源开关，当温度达到上限值时，P 的动接点与上限接点接通，继电器 K2 得电吸合，其触点 K2-3 闭合，双向晶闸管 VTH 的 G 极获得触发信号而导通，排气扇 M 通电运转。

一定时间后温度略降，动接点与上限接点断开，但因 K2 的

常开触点 K2-1 已闭合自锁，故 M 仍通电运转。当温度降至下限值时，P 的动接点与下限接点接通，继电器 K1 得电吸合，K2 失电释放，VTH 的 G 极失去触发信号而关断，M 断电停转。此后温度略升，P 的动接点与下限接点断开，整个电路恢复常态。随温度再次升高，电路重复上述工作过程。M 的运转实现了区间的自动运转。

140. 红外线自动水龙头电路

电路通过控制电磁阀的开关以达到自动节水的目的。电路如图 6-16 所示。供电部分通过变压器 T 降压、整流，再经过三端稳压块 7805 给专用电路 KA2184 及红外线发射电路供电。VT1、VT2，R1、C1 组成 40kHz 振荡器，其输出驱动 5GL 发出红外线。洗手时 5GL 发出的红外线经人手的反射，由光电管 3DU11 接收，然后送往 IC 处理，IC 对 40kHz 的信号进行放大、滤波、检波、比较整形等处理后，由⑦脚输出低电平。经 R6、VD2 控制 VT3 由截止变为导通，固态继电器 TAC018 受触发而导通，电磁阀得电吸合，水龙头出水。洗手完毕，人手离开水龙头。光电管 3DU11 收不到 5GL 发出的红外线，IC⑦脚输出高电平，VT3 截止，TAC018 截止，电磁阀失电，水龙头断水，完成一次洗手供水过程。

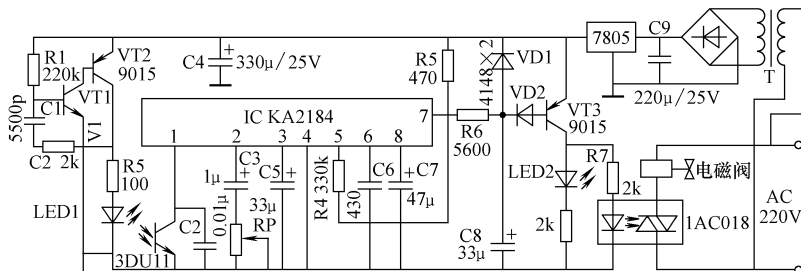


图 6-16　红外线自动水龙头电路

第7章 电子定时电路

141. 低功耗的60min定时电路

低功耗的60min定时电路如图7-1所示。TC9160是定时器集成电路，片内有振荡电路和20位二进制计数器，最长定时时间为60min，振荡频率为1kHz。60分钟定时的振荡频率。定时电阻RT为200kΩ以上，根据 $C_2 \leqslant 1/(2.2 f_c R_t)$，若 C_2 选用1800pF，则 $R_t = 216.76\text{k}\Omega$，电路中与 R_2 串接RP1进行调整。输出为漏极开路式，OUT1～OUT4以min的1/4（15min）分档，定时时间到就停振，这时消耗电流仅为1μA。

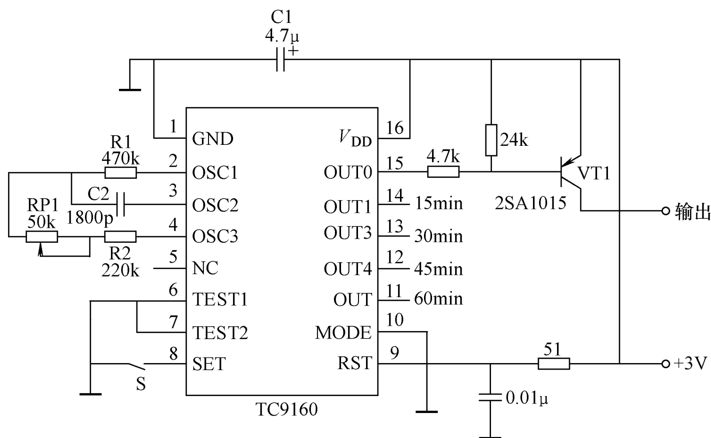


图7-1 低功耗的60min定时电路

142. HD14538构成的定时电路

在启动前Q（⑥脚）输出为低电平，T2（②脚）端外接电容上电压为 U_{DD}。当A（④脚）为0，CD（③脚）为1时，若B（⑤脚）从1→0负沿触发，则输出锁存置位，Q输出高电平。

同时，T2 外接电容放电到参考电压 U_{ref1}，再通过外接电阻充电，当充电到等于参考电压 U_{ref2}时，输出锁存复位，Q 输出低电平，电路恢复到初始状态。

触发工作时，若在 Q 输出为低电平之前加触发，则为预触发，从最后触发到定时工作 Q 输出为低电平。若 CD 输入 0，则 T2 的外接电容充电，充电到 U_{ref2}，输出锁存复位，电路恢复初始状态。CD 为 0 状态时，若再输入脉冲，电路不动作，输出为低电平。

Q（⑥脚）输出高电平，VT1 导通，使继电器 K 动作，其触点控制相关电路工作。电路中，*R*1、*C*1 和 *C*2 构成滤波电路，防止噪声干扰使电路误动作。不用输入脚接地，即⑪、⑫和⑬脚接地。HD14538 构成的定时电路如图 7-2 所示。

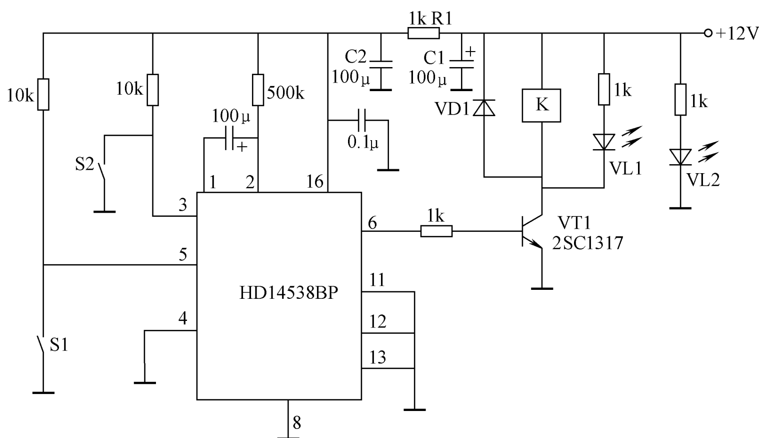


图 7-2　HD14538 构成的定时电路

143. 数字抢答器定时电路

由节目主持人根据抢答题的难易程度，设定一次抢答的时间，通过预置时间电路对计数器进行预置，计数器的时钟脉冲由秒脉冲电路提供。可预置时间的电路选用 74LS192 十进制同步加减计数器进行设计。数字抢答器定时电路如图 7-3 所示。

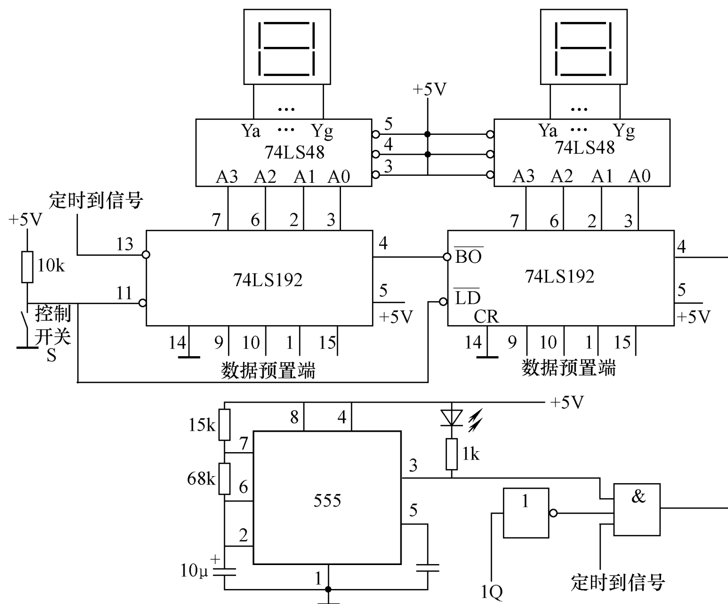


图 7-3　数字抢答器定时电路

144. 电饭锅预置断电定时电路

图 7-4 所示为电饭锅预置断电定时电路。该定时电路的定时范围为 1～12h，并可用 RP 进行调节。定时方式为计数式，控制

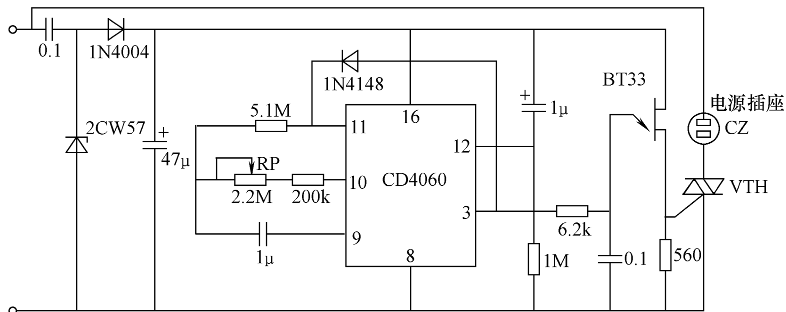


图 7-4　电饭锅预置断电定时电路

方式为预置断电定时。电路中用 BT33 产生晶闸管 VT 的触发信号。若 BT33 停振，则 VT 关断，CZ 断电。

145. 555 构成的保护视力定时电路

该电路采用 555 和 R2、R3、R4 和 C3 构成占空比可变的脉冲发生器，去控制双向晶闸管 VTH，使台灯 EL 定时点亮和暂时熄灭，以保证看书时眼睛定时休息，从而保护视力。书写台灯每亮 50min，熄灭 10min，重复进行亮灭。555 构成的保护视力定时器电路如图 7-5 所示。

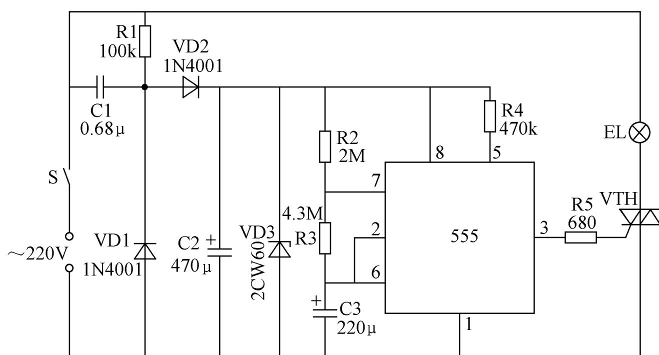


图 7-5　555 构成的保护视力定时器电路

146. 暗房曝光定时灯电路

图 7-6 所示是一个适用于黑白摄影冲放照片用的暗房曝光定

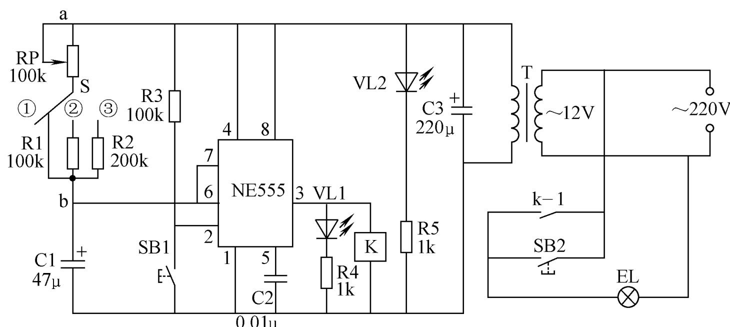


图 7-6　暗房曝光定时灯电路

时灯电路，NE555 时基电路和电位器 RP、电容 C 组成单稳态触发器。平时电路处于复位状态，NE555 的③脚输出低电平，继电器 K 不动作，曝光灯 EL 不亮。发光二极管 VL2 为工作指示灯，可照亮电位器 RP 的刻度盘。此时 NE555 内部放电管导通，电容 C1 被短路，无法充电。K 可采用 JZC-22F、DC12V 小型中功率电磁继电器。

147. 鱼缸间歇充氧定时器电路

鱼缸间歇充氧定时器电路如图 7-7 所示。CMOS 集成电路 CD4060 为 14 位二进制串行计数器，它自带振荡器，有 14 级计数级，但只有 Q4 ~ Q10、Q12 ~ Q14 共 10 个引出端，本制件仅选用了 Q12 ~ Q14 三个引出端。

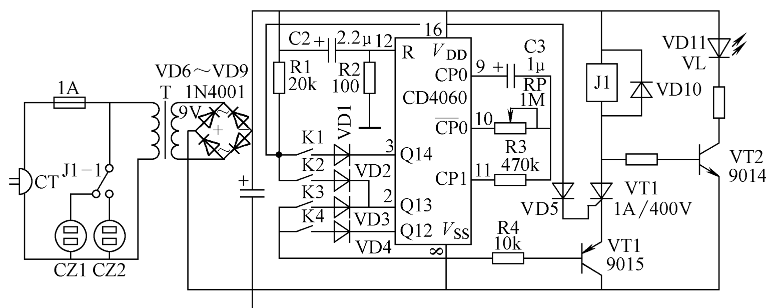


图 7-7　鱼缸间歇充氧定时器电路

接通电源，9V 电源经 C2 加至计数器清零端⑫脚，此时计数器清零并开始计数，设时钟频率为 1Hz。计数器开关 K1、K2、K3、K4 状态如表 7-1 中 A 项，当 K2 闭合，当 Q13 为高电平时，晶闸管 VT1 触发导通，继电器吸合；当 K4 闭合，Q12 为高电平时，VT1 截止，继电器松开；当下一个计数脉冲到达 Q12 时，Q12、Q13 又回到初始状态“0”。此过程循环使继电器开与吸合的时间之比为 3∶1。其他状态的定时时间比如表 7-1 所示。这样加上插座的切换就能得到多种不同的定时间歇比，配合 RP 的调节，对鱼缸充氧的各种要求都能满足。

表 7-1　继电器状态的定时时间比对照表

	K1	K2	K3	K4	定时比	备　　注
A	0	1	0	1	3:1(合)	1-闭合,0-断开,合-继电器吸合
B	1	1	0	1	7:1(合)	
C	1	0	1	1	5:3(合)	
D	1	0	1	0	6:2(合)	
E	1	0	0	1	5:1(合):1(开):1(合)	

148. 双表控制的晶闸管定时器电路

双表控制的晶闸管定时器电路如图 7-8 所示。定时器由两只具有闹铃输出的电子表通过晶闸管控制，能任意开/关，且关机后从电源变压器一次侧断电，无空耗、安全、节电、可靠性高。使用时按下 SB1，电源经 T、VD1、C1 降压、整流滤波后得到 6V 直流电。此时电源经过常闭触点 K3 使 K1 工作，K1 的常开触点 K1 闭合，电路自锁。此时放开 K1 后电路由于自锁而处于工作状态。当定时开机音频信号从 A、B 两端输入，经 VD3、C3 整流滤波后触发晶闸管 VTH1，使得 K2 得电工作，K2 的常开触点 K2 闭合，插座 W 得电，受控电器被接通。同理，当另一支电子闹表的定时关机音频信号从 C、D 进入后，经 VD5、C4 整流滤波后触发 VTH2，K3 得电工作，K3 的常闭触点 K3 释放断开，K1 失电，从而使得 K1 的常开触点 K1 也释放断开，整个电路停止工作。R 为限流电阻，C2 为 K1 的启动电容，VD2、VD4、

图 7-8　双表控制的晶闸管定时器电路

VD6 为保护二极管。

149. 电源接通时复位定时电路

电源接通时复位定时电路如图 7-9 所示，NE555 的④脚功能是接高电平时电路工作，接低电平时电路复位。该电路在④脚接入 R3 和 C2，具有时间常数功能，因此，电源接通后，④脚不会立即上升到 $+U_{CC}$，需要经 R3 和 C2 时间常数的延迟后上升到 $+U_{CC}$。这期间，即使②脚输入触发脉冲，③脚输出仍保持低电平。R2 和 R4 为 NE555 的限流电阻，用于防止 C2 出现过大电流，TTL 电平触发脉冲经 R2 直接触发 NE555 的②脚。VD1 用于在电源断开时使 C2 迅速放电，输出脉宽 $T=R_5C_4$。

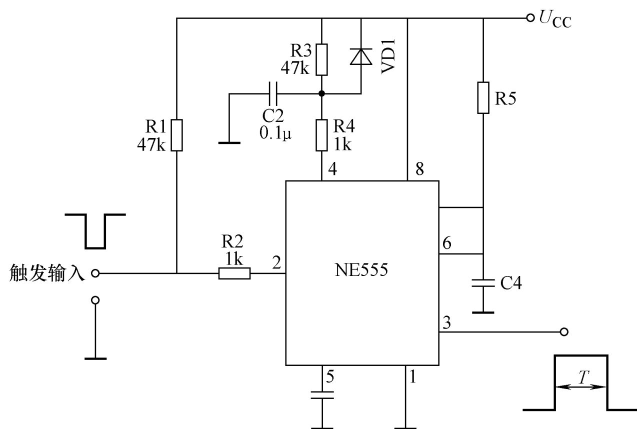


图 7-9　电源接通时复位定时电路

150. 定时关交流电源电路

按下微动开关按钮 SB，220V 的交流电源经变压器降压、二极管桥式整流后，获得 9V 的直流电压。通过 LM7805 稳压集成块稳压，向由 CD4060 集成电路构成的定时时钟发生器提供工作电压。同时，稳压后的 5V 电压再经过三只串联的二极管降压，输出约 3V 电压，可作便携式收音机、随身听等的直流稳压电源；用两挡位的选择开关 SW，进行直流稳压电源输出极性的转

换。发光二极管 VL 为电源工作指示灯。

通电初始，定时时钟发生器首先经 IC 的⑫脚的电容清零复位，各输出级均为低电位。由于输出端 Q14 输出低电平，晶体管 VT1 截止，VT2 导通，继电器 J 得电，触点吸合。AC OUT 为交流输出插座，可用作床头照明灯、微型吊扇及其他需要定时却无定时控制的交流电器。

CD4060 集成电路为带有内时钟脉冲振荡器的 14 级二进制计数/分配器。⑨、⑩脚外接的电阻及电容决定其时钟的振荡频率，调节电位器 RT 即可改变定时时间；按图中所标数值，定时时间大约在 20s ~ 4. 5h 之间。当定时时钟发生器逐级计数分配至 Q14 端输出高电平时，晶体管 VT1 由原来的截止转为导通，VT2 由导通变成截止；继电器 J 失电而触点释放，切断了交流输入电源，整机即刻停止工作，如图 7-10 所示。

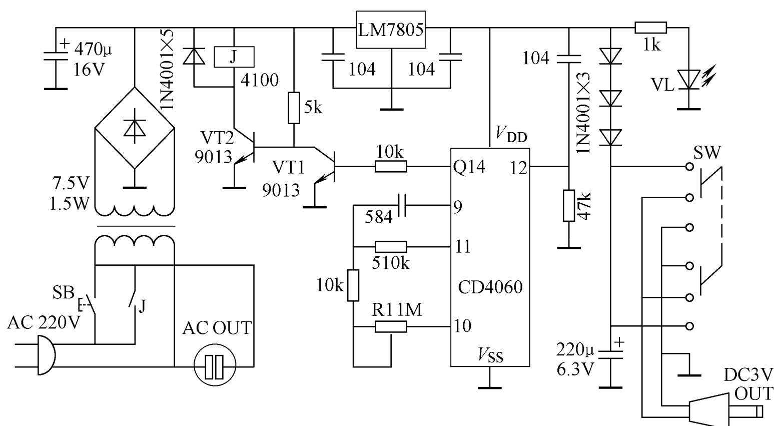


图 7-10　定时关交流电源电路

151. 555 构成的基本定时电路

图 7-11 所示是由 NE555 构成的基本定时电路。其中，若在 NE555 的②脚施加如图所示的触发脉冲，则在其③脚输出有一定时间间隔的脉冲，间隔 $T \approx RC$，经 VT1 放大后驱动有关电路，

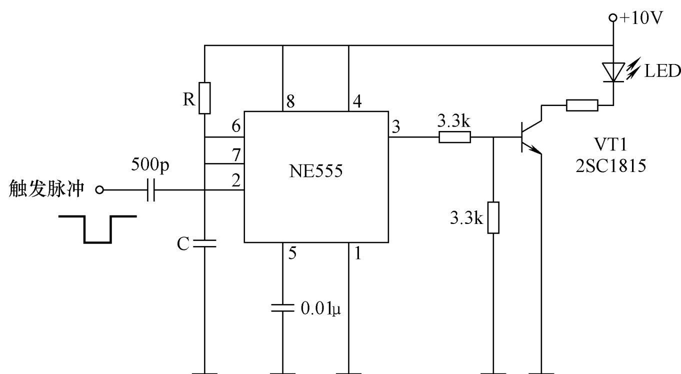


图 7-11　NE555 构成的基本定时电路

如图中的发光二极管 LED。

152. 556 构成的 4h 定时电路

图 7-12 所示是由 556 组成的 4h 定时电路。在 556 双时基电路中接入 N8281 分频器网络，不必用大体积电容器，即可得到相当长的时间延时。556 的第一个时基电路以振荡器的方式工作，其周期为 $1/f$。振荡器的输出加到 N 分频器网络上，产生具有 N/f 周期的信号输出，用来触发第二个时基电路。把分频器连接到第二个时基电路的输入端⑧脚，决定了由分频器产生的延时总量。延时时间有 30min、1h、2h、4h 等 4 挡。如果另外再串联 N8281 分频器，则可使得总延迟量增加到长达几天甚至几周。

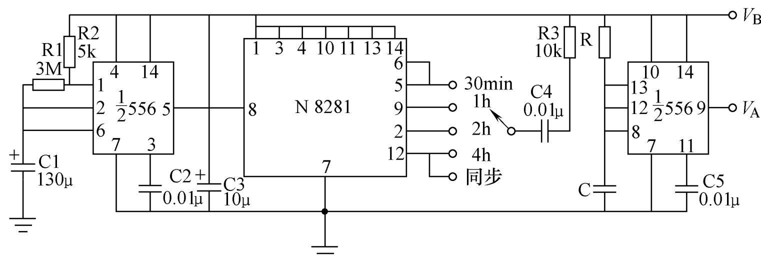


图 7-12　556 构成的 4h 定时电路

153. TC4013 构成的定时电路

图 7-13 所示是由 TC4013 等构成的定时电路，触发时钟的上升沿触发 TC4013，使定时器置位，通过 R0、C0 的延时设定输出时间的间隔。由 R2 和 R3 构成的施密特电路用于防止延时使波形变钝，确保定时器能准确复位。

图 7-13　TC4013 构成的定时电路

154. LM122 构成的 1h 定时电路

图 7-14 所示为使用 LM122 的 1h 定时电路。该电路的启动、复位和中途停止等的转换均用开关操作。图中，S1 为启动定时，当定时器工作启动后，再按此开关不会产生任何影响。S2 是位于中心位置的“关断”开关，通过开关的转换可使定时器完成

图 7-14　LM122 构成的 1h 定时电路

充电—开路—放电。由于中途停止充电，即使没有到定时器的设定时间，充电位置也会回到定时器输出线路的工作状态。当 C 放电，R/C 端电压为零时，放电位置等待 S1 的启动信号。即使位置复原，定时器输出线路的工作状态也不会变化，因而，在定时器工作当中复位时，输出线路的状态依然如故，在这一瞬间，C 再次开始充电，变到定时器工作时间的起点。

第 8 章　电子报警电路

155. 机要文件防盗报警电路

机要文件防盗报警电路使用的压电传感器，它在受到压力或振动时会产生电信号。压电传感器上形成的电压输入到换能器 LM324 放大。压电传感器应选用最小的规格，直径大约为 10 ~ 15mm，用细屏蔽线连接至电路单元，并将它粘贴在公文包提手的下方。电路用 3V 电池供电。S1 接通待机状态。

LM324 在这里连接成反相施密特触发器，将输入信号转换成矩形波输出。调整预置电位器 RP1 可在 LM324 同相输入端设置门限电压，压电传感器则连接在同相输入端与反相输入端之间，如图 8-1 所示。

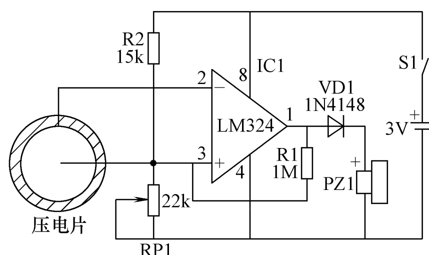


图 8-1　机要文件防盗报警电路

在待机状态下。压电传感器的输出为低电位，同相输入端由反馈电阻 R1 拉至上门限电压（UTV），UTV 约为 1.8V。这时蜂鸣器不叫。

当压电传感器被人短暂触摸后，将已储存的电荷放电，使反相输入端电压超过同相输入端的电压，于是 IC1 输出变低。一旦变低，同相输入端经 R1 跌落至下门限电压（LTV），这时由于

输入信号已不复存在，反相输入端的电压为低电位，使 IC1 输出变成高电位，蜂鸣器鸣叫，提醒主人有人偷包。

当输入超过 UTV 时，IC1 的输出降低。当输入低于 LTV 时，IC1 的输出升高。UTV 与 LTV 间的差值就是施密特触发器的滞后效应。

当压电传感器被人短暂触摸后，即使触摸的手已经撤离，蜂鸣器也会鸣叫几秒钟。这是因为，一旦 IC1 输出摆至高电位，反相输入端上的电压对输出都不产生影响。所以一旦蜂鸣器开始鸣叫不停，状态就不会轻易改变。提醒主人注意。

156. 笔记本电脑防盗报警电路

将小型警报声发生器固定在笔记本电脑机盒内，一旦小偷企图拿走笔记本电脑，发生器就会马上发出警报。这是一种高灵敏的警报电路，它采用自制的倾斜开关，通过手提盒倾斜来激活告警电路，用 12V 小型电池供电。

芯片 IC1（TL071）用作电压比较器，其同相输入脚③从 R2 和 R3 构成的分压器取得电源电压的一半，反相输入脚②通过一只由水激活倾斜开关的两个触点接收更高的电压。

在倾斜开关处于水平位置时，反相输入脚②由于倾斜开关中的触点被水短路，使它的电位高于同相输入脚③的电位，这时 IC1 的输出为低电位。

芯片 IC2（CD4538）是带定时元件 R5 和 C1 的单稳电路。从图中所示数值，IC2 输出保持在低电位的时间约为 3min。CD4538 是精密单稳电路，它在接通电源时输出为高电位，只有在触发输入脚⑤获得上升沿脉冲时才变成低电位。

保护器水平安装在笔记本电脑盒内，IC1 输出为低电位，IC2 输出为高电位，警报声发生器处于待机状态。

当窃贼试图拿走笔记本电脑时，笔记本电脑成垂直位置，倾斜开关中的触点断开，IC1 输出立即变高电位，单稳电路 IC2 输出变低电位，晶体管 VT1 导通，蜂鸣器开始鸣叫报警。笔记本电脑水平放置，合上开关 S1，你的笔记本电脑就处于被保护状态，如图 8-2 所示。

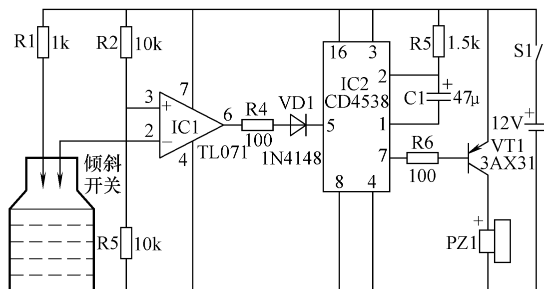


图 8-2　笔记本电脑防盗报警电路

157. 医用输液报警电路

病人在医院输液治疗时，需时刻注意瓶内的药液量，以防药液滴完造成回血和得不到及时治疗。本电路可以是在瓶内药水滴完时，及时提醒陪护或病人通知护士站。

工作原理：输液管是一根透明塑料管，管内无药水时，光线只在管壁内，仅有很小一部分光线溢出；管内有药水时，其剖面相当于两个柱形凸透镜的组合，不仅能透过，还聚成一束能把这一变化的光信号转变成电信号，经控制电路，便能在无药水的情况下报警，如图 8-3 所示。

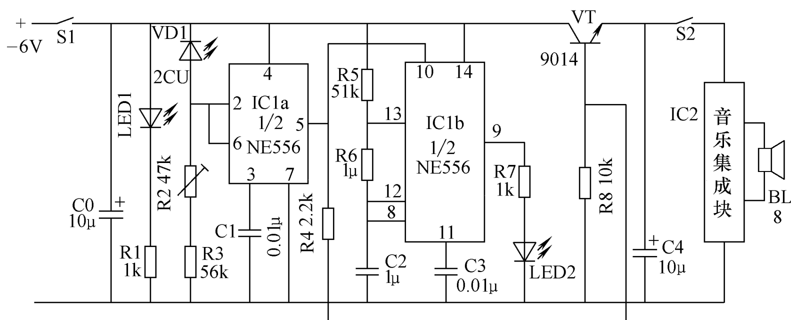


图 8-3　医用输液报警电路

VL1 作电源指示和光电检测的光源。IC1a、VD1、R2、R3、C1 组成施密特触发电路，IC1b、R5、R6、C2、C3 为多谐振荡

器，VL2 作光报警，R4、R8、VT 及音乐集成块 IC2、压电片作声报警，S1 为电源开关，S2 是防止深夜影响其他病人只用光报警而设。当输液管内有药水时，电源经 VD1 使 IC1a 的②、⑥脚为高电平，输出端⑤脚为低电平，IC1b 的⑩脚复位不振荡，VL2 不发光。同时，VT 基极也呈低电平，VT 截止，IC2 得不到电源。压电片不发声。当输液管内无药水时，病人凭闪烁的灯光和音乐声就能知道药液用完了。

从报警到管内药水完全滴完，大约有 2min 以上的时间通知护士。

电路调整简单，只需在输液管内有药水时调节 R2，使压电片和 VL2 不发声、不发光即可。同时检验无药水时是否报警。为了区别不同的病床，各病床采用不同音乐的集成块。电源用 4 节 6V 的干电池即可。

158. 有害气体报警电路

有害气体报警电路如图 8-4 所示。它由气敏元件和电位器 RP 组成气体检测电路，时基电路 555 及其外围元件组成多谐振荡器。当无瓦斯气体时，气敏元件 QM-N5 的 A、B 之间导电率很小，由于电位器 RP 滑动触点的输出电压小于 0.7V，555 集成电路的④脚被强行复位，振荡器处于不工作状态，报警器不发声响。当周围空气中有瓦斯气体时，A、B 之间的导电率迅速增加，555 集成电路③脚变为高电平，振荡器电路起振，扬声器发出报警声，提醒人们采取相应的措施，以防事故的发生。

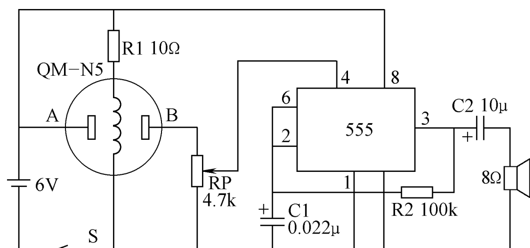


图 8-4　有害气体报警电路

报警器除了对瓦斯气体的有无可报警外，对烟雾和其他有害的气体也可以报警。调节 RP 可使报警器适应在不同气体、不同浓度的环境条件下的报警。

159. 病人呼叫报警电路

本例介绍的病人呼救报警器安装在药盒上，适用于冠心病人随身携带使用。病人在冠心病突然发作时，只要按一下药盒（药盒上写着“请帮助我服用盒内药丸粒”）上的按钮，该报警器就会发出音响报警信号，引起在场人们的注意，以便得到及时的救助。

（1）电路组成

病人呼叫报警电路如图 8-5 所示。它由触发电路和振荡器组成，触发电路由电阻器 R3、触发按钮 S1 和晶闸管 VT 组成。振荡器由时基集成电路 NE555、电阻器 R1 和 R2、电容器 C1 和 C2 及扬声器 BL 组成。

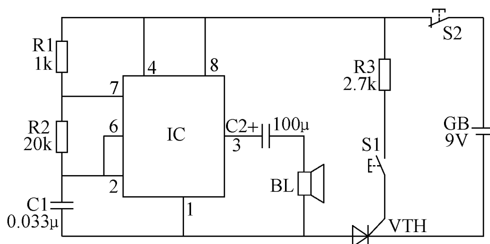


图 8-5　病人呼叫报警电路

（2）工作原理

S2 为常闭型电源开关，在药盒关闭时接通，打开药盒时 S2 断开。

在未按动触发按钮 S1 时，晶闸管 VT 处于截止状态，振荡器不工作，扬声器 BL 不发声。

当病人按动 S1 后，+9V 电压经 S2、R3 和 Sl 加至 VTH 的门极上，使 VTH 受触发而导通，振荡器通电工作，从 IC 的③脚

输出频率为 1kHz 左右的振荡信号，驱动扬声器 BL 发出刺耳的高频报警声。打开药盒后，S1 断开，VTH 截止，振荡器断电，BL 停止发声。

160. 防触电报警电路

防触电报警电路如图 8-6 所示。合上 S 开关接通电源，IC1 及外围元件 R1、C1 组成单稳电路（相当于电子触发开关），当电子触发开关被打开时，后级的电路得电工作；当电子触发开关不能打开时，后级电路不工作。电子触发电路开和关主要由感应电极 M 的电压决定。当电极距离电视信号线、广播线、电话线、供电线路较远时，感应电极感应的信号很弱。IC1 不能翻转，③脚为低电平，电子触发开关关闭。如电极距离电视信号线、广播线、电话线、供电线路较近且有电，感应电极感应的电场信号较强。IC1 翻转，③脚输出高电平，向后级电路提供电源，电子触发开关被打开。IC2、IC3 及外围元件 C3、C4、C5、R2、R3 组成的语言电路以及语言放大电路、IC2 语言集成电路接成触发状态。也就是说，只要 IC2 得电就有“有电危险，请勿靠近”的语言信号输出。IC3 将语言集成电路发送的语言信号经进一步放大后，驱动扬声器发出响亮的语言报警声音。

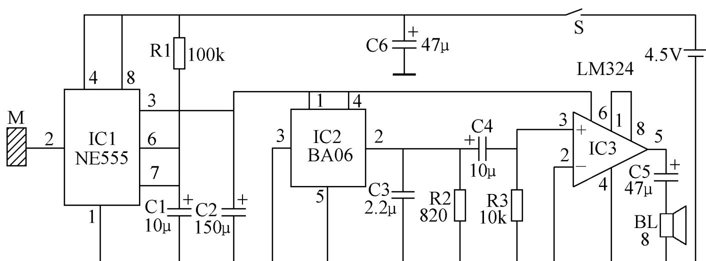


图 8-6　防触电报警电路

161. 激光防盗报警电路

本例介绍的激光防盗报警器，具有电路简单、容易制作、监控范围远（500～1200m）的特点，可用于农林果园、瓜菜田地、

鱼塘等场所的防盗报警。

该激光防盗报警电路由电源电路、激光监控电路和声音报警电路组成，如图 8-7 所示。电源电路由降压电容器 C1、泄放电阻器 R1、整流二极管 VD1 ~ VD4、滤波电容器 C2、限流电阻器 R4 和稳压二极管 VS 组成。

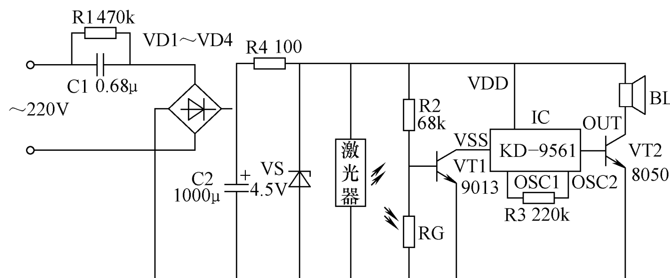


图 8-7　激光防盗报警电路

激光监控电路由激光器、光敏电阻器 RG、电阻器 R2 和晶体管 VT1 组成。

声音报警电路由报警音效集成电路 IC、电阻器 R3、晶体管 VT2 和扬声器 BL 组成。

交流 220V 电压经 C1 降压、VD1 ~ VD4 整流、C2 滤波、R4 限流及 VS 稳压后，一路为激光器提供 +4.5V 工作电压，另一路供给声音报警电路。

平时，RG 受激光器发射的激光照射而呈低阻状态，VT1 因基极为低电位而截止，IC 不工作，BL 不发声。

当有人或物体进入警戒区域遮断激光通路时，RG 变为高阻状态，其两端电压降增大，使 VT1 饱和导通，IC 通电工作后输出的音效电信号经 VT2 放大后，驱动 BL 发出报警声（警笛声）。

若嫌报警声太小，可增加一组功放电路或使用 TWH 系列高响度报警器和升压功放模块。若警戒距离较远，可将激光器与激光接收报警电路分开单独供电。

162. 水满报警电路

图 8-8 所示是一水满报警电路。工作时将开关 S1、S2 闭合，当水箱里面的水位上升到规定的深度时，两个感应片通过水箱里面的水导通，使继电器吸合，此时可通过扬声器发出警报，安全绿灯熄灭，红灯发出亮光显示。整机可装入一个小塑料盒内，a、b 感应片应安装在水箱上口极限处，两片相距 2cm。

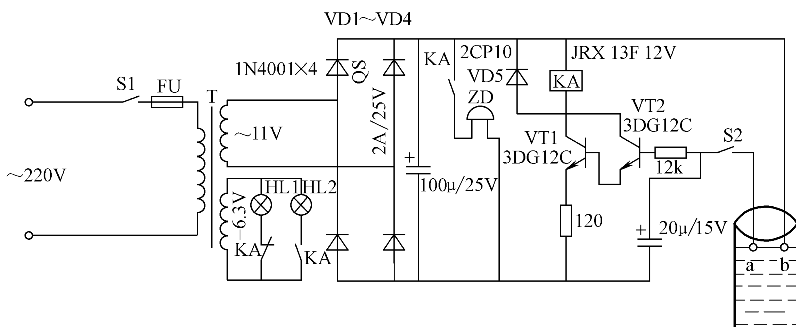


图 8-8　水满报警电路

163. 水位报警电路

水位报警电路如图 8-9 所示。由 FQ、IC1、VT1、K1 等主要元件组成的水位检测、延时电路；由 SB、K2、BL 等组成的报警声响、自保持及消音电路。当水位较低时，浮球开关内部的干簧管断开。时基电路 NE555 的②、⑥端由于 R1 的下拉电阻作用处于低电位，NE555 的输出端③脚为高电位。VT1 的基极由于没有

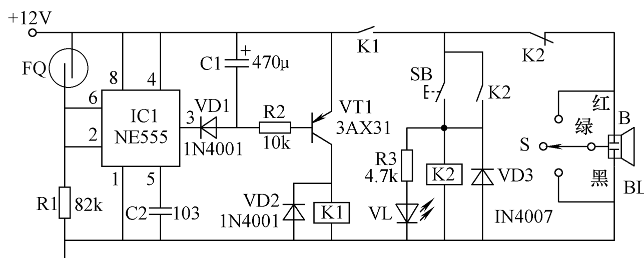


图 8-9　水位报警电路

电流而截止，K1 不动作，常开触点断开，其后面的报警电路也不工作。

当水位上升到最高限位时，浮球开关内部的干簧管闭合，NE555 的②、⑥端为高电位，NE555 的输出端③脚翻转为低电位，VT1 立即导通。与此同时，C1 迅速充电至电源电压。K1 吸合后，+12V 通过 K2 的常闭触点给高响度报警器供电并报警。提醒操作人员及时关闭水阀，并按一下 SB 消音按钮，K2 吸合并自保，K2 的常闭触点断开，停止报警。此时 LED 点亮。

当水位下降后，浮球开关断开，NE555 的输出端③脚又恢复到高电位，然而此时 C1 两端的电压通过 VT1、R2 缓慢放电。

按照图中的参数，大约 30s 放电完毕，K1 释放，同时 K2 无电也释放，VL 熄灭。

延时电路的作用就是防止水位在下降的过程中会存在一定的波动，如无延时电路会使 K1 产生抖动（一吸一放）致使报警器也断续报警，因此延时电路是很有必要的，30s 过后，水位将彻底低于浮球开关。

图中的 VD2、VD3 是保护二极管，不可缺少。它可以吸收继电器释放时所产生的反电势。

164. 电子看门狗电路

电子看门狗电路如图 8-10 所示。由多普勒效应传感器 N1

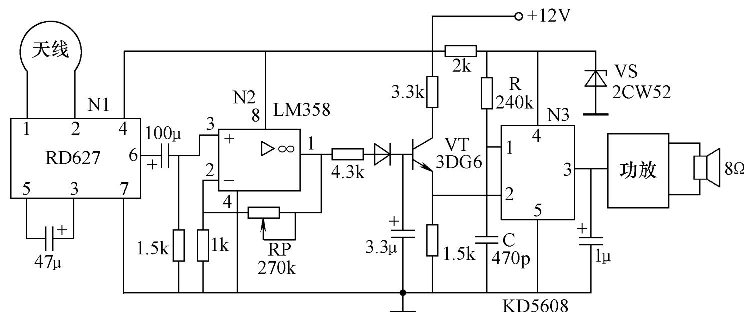


图 8-10　电子看门狗电路

（RD627）、运放 N2（LM358）、狗叫仿声专用集成电路 N3（KD5608）等组成。

当无人在 N1“监视”区内活动时，N1 的⑥脚无信号输出，N2 的①脚输出为低电位，VT 截止，N3 的②脚为低电位而不工作。当 N1 的“监视”区内有人活动时，其⑥脚输出一低频信号，此信号经 N2 放大后使 VT 导通，于是 N3 的②脚得到一个正触发信号而发出狗叫声。此声音促使在 N1“监视”区内活动的人离开此区域，同时向主人报警。调节 RP 可改变 N1 的“监视”距离。

165. 有线报警电路

有线报警电路如图 8-11 所示。R1 ~ R4 组成直流电桥，电桥平衡时 $U_A = U_B = 1.5V$，即 $U_{AB} = 0$，VT1 ~ VT4 都截止，BL 无声。当 SB1 或外线断路时，C1 被充电至 +3V 使 VT2 导通，VT3、VT4 也导通，BL 发声报警。

当外线短路时，VT1 基极接至电源负端。因此 VT1 导通，VT3、VT4 也导通，BL 也发声报警。

C1 用于刚接通电，表示电路正常。VT1、VT2 输出端也可触发音乐片使 BL 报警，也可用 VT3、VT4 组成模拟晶闸管（此时 VT3 改用 8050）使 BL 发声报警。

图 8-11　有线报警电路

166. 高灵敏度报警电路

高灵敏度报警电路如图 8-12 所示。当按下开关 SB1 后，整个电路得电工作。电源经 SB1、R1 对 C1 充电，IC（1）轴入端，

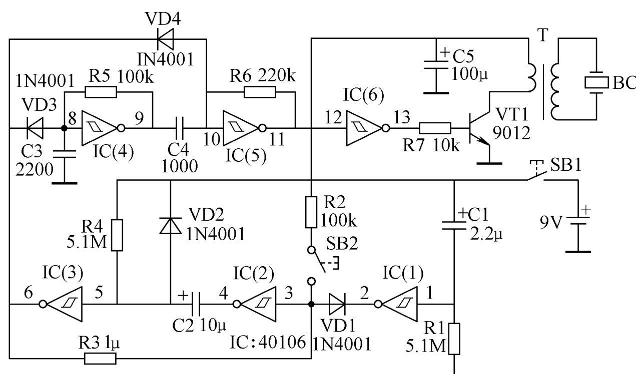


图 8-12　高灵敏度报警电路

即 CD40106①脚由低电平变为高电平，输出端②脚变为低电平，二极管 VD1 导通。此时，无论触发开关 S2 内触点是否接通，IC（2）输入端，即 CD40106③脚为低电平，IC（2）不翻转，故输出端④脚仍为低电平。IC（3）输入端，即 CD40106⑤脚也为低电平，故输出端⑥脚也为低电平。显然二极管 VD3、VD4 导通，则由 R5、IC（4）、C3 等构成的多谐振荡器不能振荡，IC（5）和 R6 构成的线性放大器也无音频信号输出，报警器不发声。随电容 C1 充电的不断进行，C1 负极（即 CD40106①脚）电位不断下降。当低于 IC（1）的触发阈值电压时，IC（1）输出端（即 CD40106②脚）输出高电平，二极管 VD1 截止，报警器进入待机状态。在此状态下整机耗电极小，为微安级。一旦报警器受到振动或移动或翻转，触发开关 SB2 水银触点就会短暂接通。IC（2）输入端为高电平，其输出端立即变为低电平。显然电源将通过 R4 对电容 C2 充电。

经过一段时间，当 IC（3）输入端电压达到触发阈值电压时，IC（3）翻转，输出端输出高电平，一方面通过 R3 反馈至 IC（2）的输入端，使其保持输出低电平，从而保证 C2 充电的继续进行；另一方面使二极管 VD3、VD4 截止。于是由 IC（4）、

C3、R5 等构成的多谐振荡器起振，产生音频信号。音频信号经 IC（5）放大，再经 IC（6）隔离缓冲后，送入 VT1 作进一步功率放大后由升压变压器耦合至蜂鸣器发出响亮的报警声。当 C2 两端充至 2/3 电源电压时，IC（3）翻转，输出端变为低电平。二极管 VD3、VD4 重新导通。振荡器停振，蜂鸣器停止发声。同时由于 R3 的存在，会使 IC（2）输入端变为低电平，于是 IC（2）翻转，输出端变为高电平。C2 上充的电荷通过 VD2 迅速放电完毕。整个电路又重新处于待机状态。

167. 汽车缺油报警电路

该汽车油量监测报警电路由比较器、单稳态触发器和警示灯驱动电路等组成，如图 8-13 所示。

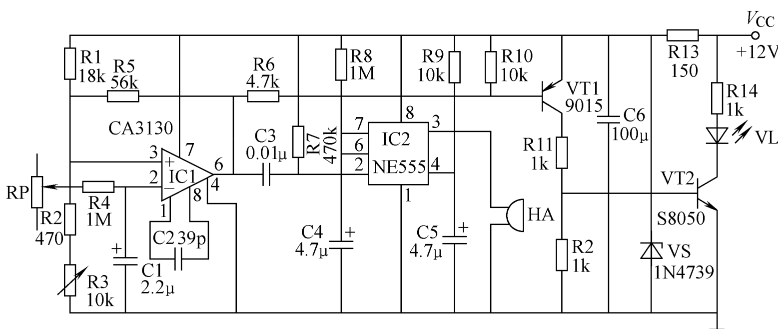


图 8-13　汽车缺油报警电路

IC1 的②脚（反相输入端）通过电阻器 R4 与汽车上的浮筒式电位器 RP（油箱油量水平检测器）的中心头相连接。在油箱内油量足够时，IC1 的⑥脚（比较器输出端）输出高电平，VT1、VT2 均截止。

当油箱内的油量降低时，电位器 RP 的中心头将向低阻值端移动，当油量低至一定值时，IC1 的⑥脚将由高电平变为低电平，一方面使 VT1 和 VT2 导通，点亮发光二极管 VL；另一方面使 IC2 内部的单稳态触发器翻转，由稳态变为暂态，IC2 的③脚输出高电平，使蜂鸣器 HA 发出蜂鸣声。

延时5min左右（C3充电结束），IC2又由暂态变为稳态，其③脚变为低电平，蜂鸣器HA停止鸣叫，但发光二极管LED仍点亮，直至油箱内的油量达到设置的油量水平。

168. 电话盗打报警电路

电话盗打报警电路如图8-14所示。它具有并机报警和电话线路断线、短路报警功能，既可防止他人用电话线路非法盗打电话，又能作为电话线路监控装置及时发现线路故障。

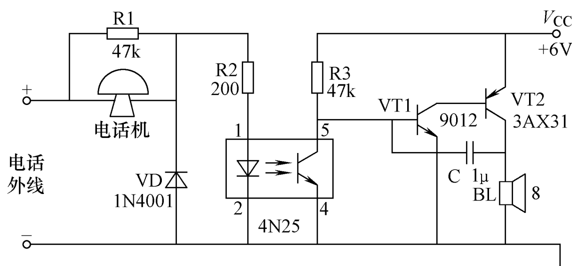


图8-14　电话盗打报警电路

当电话线路正常且无电话摘机时，电话线路上的48V左右的直流电压经R1、R2加至4N25内部的发光二极管两端，使4N25内部的发光二极管点亮。光敏晶体管导通，VT1的基极变为低电位，由VT1、VT2、R3和C组成的音频振荡器不工作，BL不发声。

当电话线路上有人偷并且电话被盗打时，电话线路上的48V直流电压会立即降至12V以下，使4N25内部的发光二极管熄灭，光敏晶体管截止，音频振荡器振荡工作，BL发出“嘟、嘟”的报警声。

当电话线路被断路或短路时，4N25内部的光敏晶体管也会截止，使音频振荡器工作，BL发出报警声。调整C容量的大小，可改变报警音调。调整R1的阻值，可改变报警的灵敏度。

169. 语言倒车报警电路

该电路能够在汽车倒车时，发出“请注意，倒车！……”

的语言报警声，帮助司机安全倒车。

如图 8-15 所示，S 是电路电源开关，安装在司机旁边，倒车时合上电路即可工作。VD1 ~ VD4 为电源极性转换电路，当 A、B 不分反正地接车 12V 电源供电电路上时，都能保证 C 点为 +12V。IC 为 ROM 型语音片电路，它在通电时，能够连续输出“请注意，倒车!”的语言信号，R2、C2 为 IC1 的振荡元件，R1、VZ 为它供 3V 直流电，④脚输出的音频信号经耦合电容 C4 送到放大电路 IC2 的③脚，放大后由 LM386 的⑤脚输出，经输出耦合电容 C6，由扬声器 BL 发出报警声音。

IC1 的型号为 FHC5209，VS 选用 3V 稳压管，扬声器也可用 4Ω、16Ω 的喇叭。

其他元件如图中所注，无特殊要求。

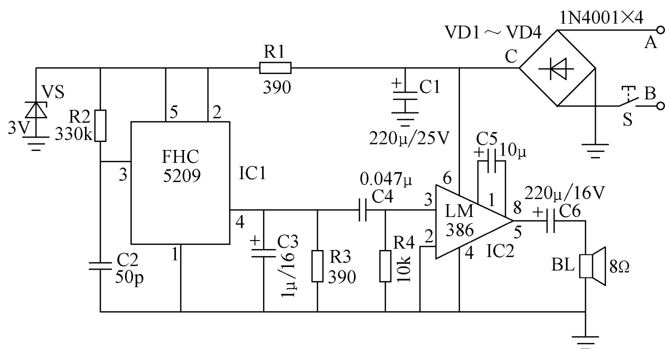


图 8-15　语言倒车报警电路

170. 语言倒车集成报警电路

语言倒车集成电路有多种，主要用于警示车后边的人，注意安全为目的。下面介绍两种常用的倒车语言电路。

（1）KD-56022 倒车集成电路

KD-56022 是 CMOS 大规模单晶集成电路，内存“嘟嘟！倒车”语言。按图 8-16a 焊接，按一次触发出“嘟嘟！倒车”放一遍。连接触发，反复循环。其静态耗电比普通音乐集成电路还要省。若另加功率放大器则音量更佳。

（2）DY-68 倒车芯片

该倒车芯片与 KD-56022 倒车集成电路功能基本相同，只是换了语言“倒车，请注意”。读者可按照图 8-16b 电路安装一个，它是目前较流行的车用语言倒车集成电路之一。

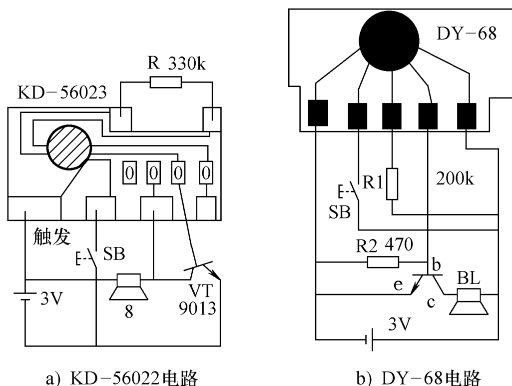


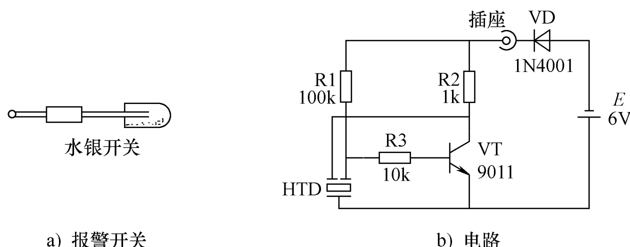
图 8-16　语言倒车集成报警电路

171. 司机疲劳报警电路

机动车在高速路上奔驰，特别是长途驾驶，司机疲倦、瞌睡，造成各种交通事故时有发生。为此，本例介绍的司机瞌睡报警电路，可防止或消除此类事故发生。

图 8-17 所示的电路为疲劳报警电路。图 8-17a 为水银开关和插头组成的报警开关，水银开关是在玻璃壳内安上电极，再注入水银后构成。图 8-17b 为报警电路，它使用摩托车（或汽车）上的照明灯电源（或蓄电池电源）代替，报警发声也可不用耳塞机，而是用 HTD 有反馈电极的压阻发声元件。

使用时，将图 8-17a 部分戴在司机头部，插上耳塞机。水银开关的位置应根据司机头部的习惯位置调好角度，使电路不接通。当司机瞌睡时，头部晃动或身体倾斜，使水银开关中的水银流动，将水银开关接通，电路 VT 工作，HTD 立即发出报警声音。该电路发音频率为 4kHz，对人的听觉极为敏感。调整 100k



a) 报警开关　　b) 电路

图 8-17　司机疲劳报警电路

电阻，可以改变声音的大小。

172. 无绳电话防盗打电路

原无绳电话均采用两个稳压电源，一直供电，耗电且被邻近同频率的无绳电话盗用。采用节电电路，无人通话，电路处于关断状态，有人通话，信号经 IC2、C1 整流器向 K1 供电，使 K1 吸合，接通节电器和无绳电话电源，由 IC1 组成延时工作电路，VT 导通，K2 吸合，摘机通话，如图 8-18 所示。

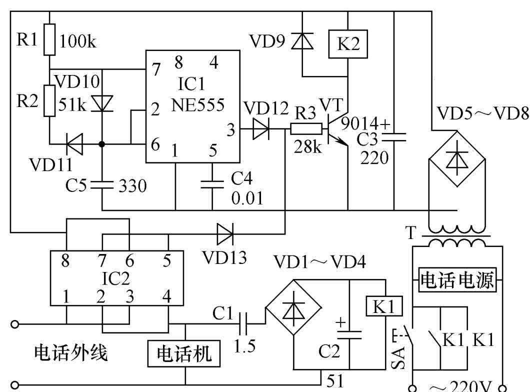


图 8-18　无绳电话防盗打电路

173. 汽车防盗报警电路

汽车防盗报警电路可使汽车门被撬开时发出防盗报警声，并切断灯光和油路，使汽车无法启动。

电路组成如图 8-19 所示，555 时基集成电路作为延时振荡器。延时的作用是使报警器被触发后延迟 30 ~ 60s 才发声报警，这样，在主人开车门时有时间关断报警器。

当主人离开汽车后，车门被盗车者撬开时，按钮开关 SB 闭合，继电器 K1 得电而动作，常开触点 K1-1、K1-2 闭合，K1-1 触点闭合使继电器自锁，K1-2 触点闭合使主电路接通电源并开始工作。当 A 点电压升到大于等于 $2/3V_{CC}$ 时，555 时基集成电路输出端③脚输出低电平，继电器 K2 动作，常开触点 K2-1 及 K2-2 闭合，使汽车扬声器长鸣不停发出报警声，同时利用继电器 K2 的触点，还可以关闭汽车灯光及油路系统而无法启动汽车。

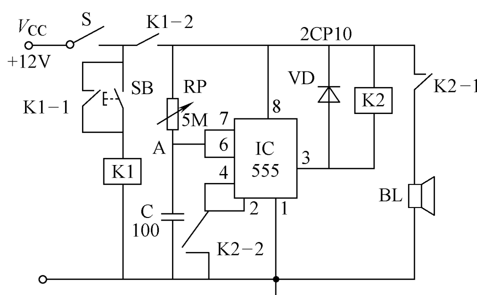


图 8-19　汽车防盗报警电路

174. 天然气检测报警电路

天然气检测报警电路如图 8-20 所示。在正常情况下，QM-N5 型半导体气敏传感器 a、b 两端的电阻值较高，其 b 点电位低于 1V，一旦接触到可燃性气体，该传感器的 a、b 两端的电阻迅速降低，b 点的电位升高，R1 两端电压随之上升。当该电压达到 IC2A 运放及 R3、R4、RP1 组成的迟滞比较器的上限电压时，IC2A①脚由低电平转为高电平。①脚输出的高电平，一路经 R6 和 LED1 驱动晶体管 VT1 导通，使继电器 K 吸合，以便接通排风扇电源（调节 RP1 阻值的大小，可以改变 QM-N5 的灵敏度），另一路则经 R7 使 IC3④脚变为高电位，由 R9、R10、C2 ~ C4 及

IC3 等组成的多谐振荡器起振，驱动扬声器发出声音报警。

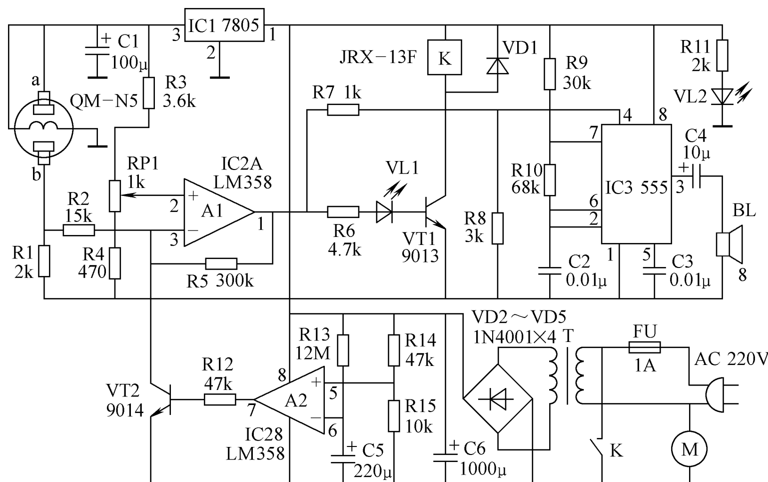


图 8-20　天然气检测报警电路

LED1 的闪光还兼作报警用。由于气敏元件在刚接通电源时，即使处在新鲜空气里，测量电极也会输出一定幅值的电压。

电路中用另一半 LM358 双运放 IC2B 组成延迟电路。在刚接通电源时，由于电容 C5 两端电压不能突变，IC2B⑥脚为低电平。因此比较器的输出端即 IC2B⑦脚输出高电平，驱动晶体管 VT2 导通，将 IC2A③脚对地短路，此时报警电路不会产生误动作。当 C5 两端通过 R13 充电逐渐上升到 2/3 电源电压时，IC2B⑥脚电位上升，⑦脚将输出低电平使 VT2 截止。这样就解除对 IC2A③脚的封锁，为下一步正常监测报警做好准备工作。

175. 多门监控报警电路

这种开门告警指示电路可以同时监视三个大门，如果发现有人闯入，它能立即发出声光警报提醒门卫保安人员注意。

多门监控报警电路如图 8-21 所示。只需将舌簧开关单元安装在每个被监视大门的门框上，并将三块磁铁分装在三个相应的大门上，使磁铁在大门关上时能与舌簧开关对准。除三个完全相

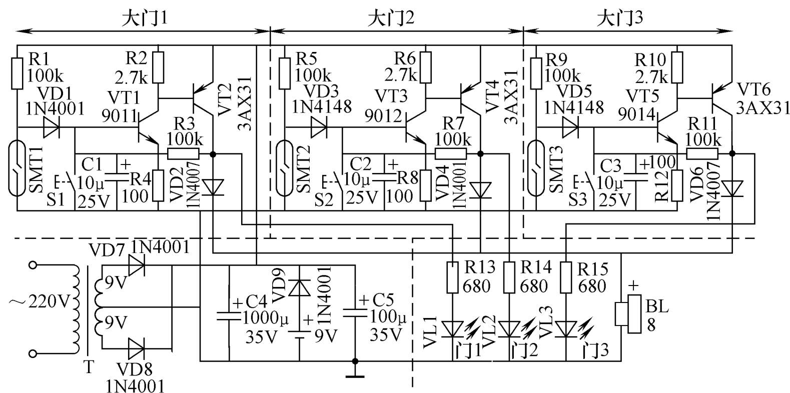


图 8-21　多门监控报警电路

同的大门监视电路外，还有一块独立的公共单元，它由电源供给、三只 LED 和一只蜂鸣器构成，并安放在户内便于你监视和处理的地方。大门监视电路单元和公共单元之间用一根六芯编织电缆相连。

当大门关上时，舌簧开关接点被磁铁吸引而闭合，告警电路不工作，表示一切正常。如果大门 1 被人打开后，晶体管 VT1 和 VT2 导通，蜂鸣器发出告警，同时 LED1 发光，表示大门 1 被人打开。由于二极管 VD1 和晶体管 VT1 和 VT2 的锁存作用，即使是门重新关上后也不会停止告警。

要停止告警，只有按下复位开关 S1 使大门监视电路单元 1 复位。其他两个大门监视电路单元也是同样独立工作，互不干扰。

为防止交流电停电，还用 9V 电池保证不中断的供电。在三个大门同时被打开时三只 VL 同时发光。

176. 停电报警电路

有时，当电源因故停电时，需自动报警，以告知人们尽快排除故障。图 8-22 所示是一种停电报警器。当电源正常供电时，KA 继电器吸合，从而使 KA 常闭触点断开，这时电源通过指示灯 EL、二极管 VD1 向电解电容 C1 充电。当电源因故障停电后，继电器 KA 释放，KA 常闭触点闭合，使电解电容 C1 向声光报警

电路放电，氖泡发光，扬声器发出报警信号，报警时间为 5 ~6min。

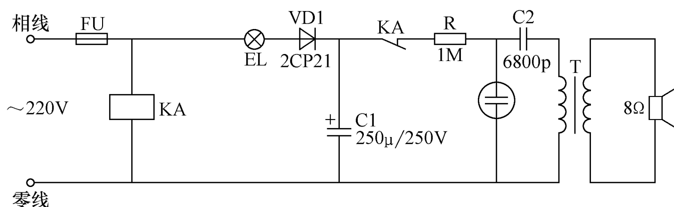


图 8-22　停电报警电路

177. 停电声光报警电路

停电声光报警电路如图 8-23 所示。电路由交流检测（左半部分）和音频振荡器（右半部分）组成。交流电 220V 经 VD 整流，C1 滤波得到 300V 直流高压。此直流一路经 R1 使发光二极管 LED1 发光，另一路经 R2 送入光耦合器 4N25 的①脚，使内部的发光管点亮，光照射到光电晶体管上，此光电晶体管呈低电阻导通，将 VT1 基极电位拉到低电位，音频振荡器无法正常工作，扬声器与发光管均无电流流过，既不发声也不发光。

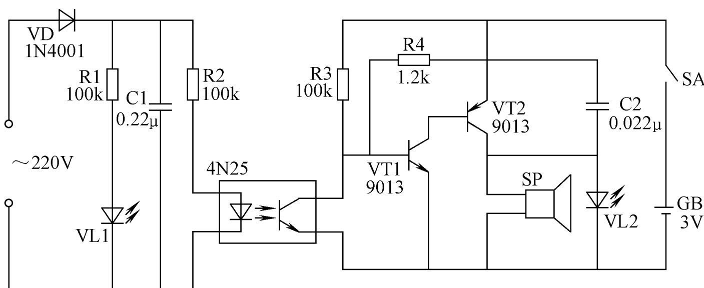


图 8-23　停电声光报警电路

一旦突然停电，C1 两端检测电压消失，LED1 熄灭，光耦合器中内部的发光管也随之熄灭，光电晶体管没受到光照呈高阻，VT1 的基极不再被光耦合器短接到地，VT1、VT2 等元件组成的音频振荡器满足振荡条件而开始振荡，使扬声器和 LED2 发声、发光。当市电恢复供电时，LED1 发光。

178. 家庭被盗电话自动报警电路

该电路能在住室被撬时，自动通过电话线向指定的电话机报警，指定电话机可以是 110 报警电话、办公室电话，以便主人不在家时，监视家庭安全，也可以是邻居、朋友的电话，实现盗情群防群治的目的。

家庭被盗电话自动报警电路如图 8-24 所示。它主要由探盗电路和自动拨打电话电路两部分组成。探盗电路由微型振动模块 XDZ—01 等元件组成。NE555 组成单稳延时电路，配合周围元器件组成自动拨打电话电路。

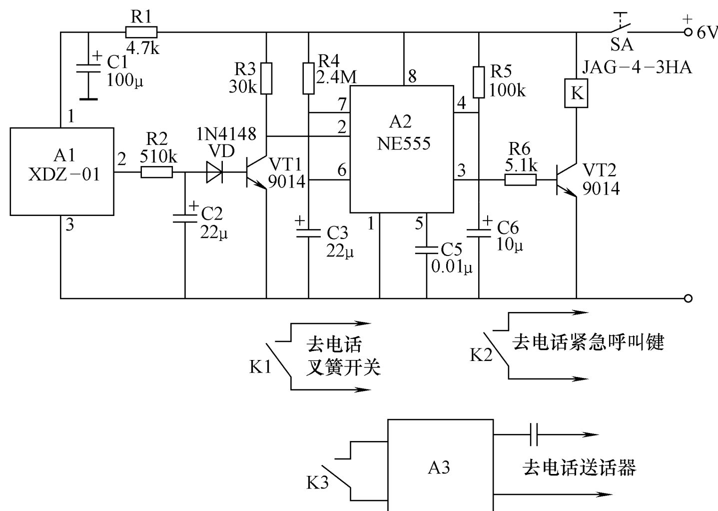


图 8-24 家庭被盗电话自动报警电路

当窃贼撬锁开门时，只要在间隔时间为 10s 内，连续有两次振动信号作用于 A1，则 A1 的②脚输出高电平，VT1 导通，A2 的②脚为低电平，NE555 电路进入单稳延时状态，③脚输出高电平，VT2 导通，继电器吸合，K1 闭合模拟电话机摘机；K2 接通电话机上可“一键拨通”的紧急呼叫键，使电话机自动拨通事先储存好号码的对应报警电话；K3 触发警报声音乐片，使监视电话摘机后就能听到反复的警报声，根据事前的约定采取相应的

措施。单稳结束，继电器断开，电话复原，完成一次报警过程。

平时，当主人正常开、关门时，A1 受振动时间不足 10s，虽然 A1 的②脚也有高电平输出，但由于时间短，C2 两端充电电压达不到 1.3V，VT1 仍截止，后面的电路不工作。同时 R2、C2 的延时，也避免了外界短暂干扰造成的误报警。

报警音乐片如能换成语言录放板，则更加实用方便。

制作时，A1 选用 XDZ—01 微型片状振动模块，其内部含有放大、滤波整形、积分、延时和电平转换等电路。其主要电参数：工作电压范围 2.4 ~ 6V，典型值 3V，极限值 9V；3V 工作电平下的静态电流 $<50\mu A$，输出电流 $\geq 5mA$，输出时间 $\geq 10s$。A2 选用 NE555。A3 选用警报声音乐片电路。K 用 JAG—4—3HA 型干簧继电器。其他元器件如图中所示，无特殊要求。

179. 停电来电报警器电路

一些重要的工作场所，在停电时往往用备用发电机发电来满足用电需要，例如在电影院、宾馆等场所。而在电网恢复供电时，则希望能迅速停止备用发电机工作，以避免不必要的浪费。图 8-25 所示是一台简单的停电、来电报警器，可方便地告知停电、来电的情况。

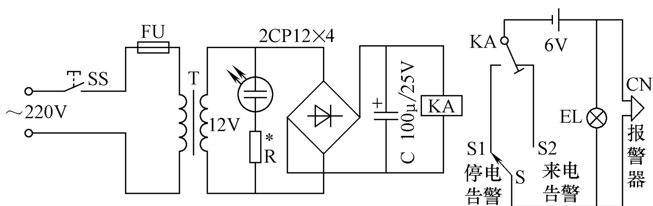


图 8-25　停电来电报警电路

当电网正常供电时，氖管 N 通电发光，继电器 KA 吸合，此时将开关 S 置于 S1 位置，报警器 CN 和灯泡 HL 不能得电报警。当电网失去电压时，KA 释放，这时接通线路中报警器电源线路，发出停电报警，使值班人员及时开动备用发电机，开机后把开关 S 拨到 S2 位置，为来电报警做好准备。当来电时，报警器

发出来电报警信号，告知工作人员电网来电，便可及时停止发电机发电，并改为电网供电。同时将开关 S 置于 S1 位置，报警信号停止，并为下次监测停电做好准备。

180. 声控式防盗报警电路

本例介绍的声控式防盗报警器，是利用声音（脚步声和物体的振动声、撞击声等）作为触发信号的报警器，可用于果园、库房、菜园等场所的防盗报警。

BC 作为音频传感器来检测盗情。在 BC 未检测到声音信号时，单稳态触发器电路处于稳态，IC1 的③脚输出低电平，多谐振荡器不振荡，扬声器不发声。当有窃贼走近 BC 的监控区行窃时，BC 将检测到的声音信号变换为电信号，此信号经 VT 放大后产生触发信号，使单稳态触发器电路受触发而翻转，由稳态变为暂稳态，IC1 的③脚由低电平变为高电平，多谐振荡器振荡工作，BL 发出报警声。

与此同时，C5 通过 IC1 的⑦脚内电路快速放电后，又经 R4 充电。当 C5 充电结束（约 2min）后，单稳态触发器电路翻转，恢复为稳态，IC1 的③脚由高电平变为低电平，多谐振荡器停振，BL 停止发声，报警器又进入警戒状态。调整 RP 的阻值，可改变声控的灵敏度，如图 8-26 所示。

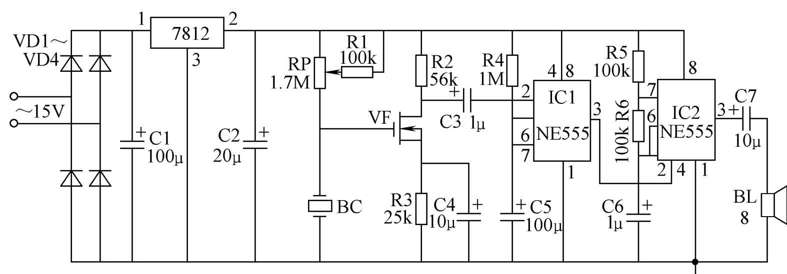


图 8-26　声控式防盗报警电路

181. 婴儿尿床语言报警电路

婴儿尿床语言报警电路如图 8-27 所示，其主要元件是探测尿湿的传感器。平时婴儿未尿湿时，传感器没有信号，VT1、

VT2 截止，IC1 的 PE 触发端不工作。这时把录音按键按下，发光二极管 LED 点亮。马上对传声器说话进行录音，时间为 8～20s。当发光二极管熄灭时把手松开，语音内容便已录进芯片内。如果要改为别的内容，只需把录音键按下，则以前的内容消失，可重新录制。

当婴儿撒尿时，尿液是导体，使传感器导通。+3V 电压经电阻 R、二极管 VD、VT1 和 VT2 晶体管组成的复合管放大，VT2 的集电极输出电压控制语音芯片的 PE 端，触发 ISD1810 内储存的内容。通过 SPI+、SPI−输出给扬声器发声，提示家人给小孩换尿布。

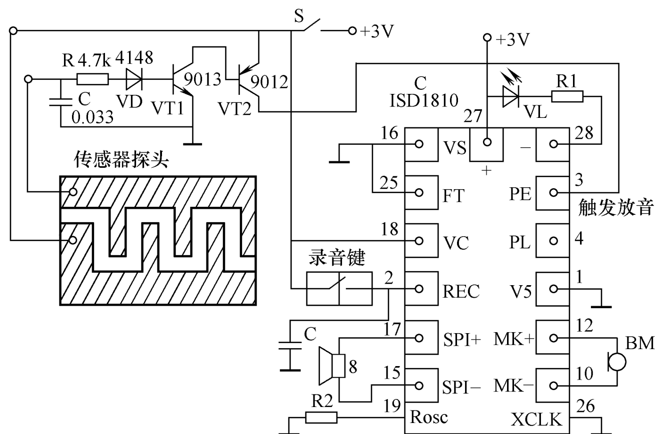


图 8-27　婴儿尿床语言报警电路

182. 火灾报警电路

该火灾报警器电路由烟雾检测电路、控制电路和音响报警电路组成，如图 8-28 所示。

烟雾检测电路采用三端离子感烟传感器。

在正常情况下，传感器的 C 端输出电压为 5～5.6V，VS 击穿导通，使 VT 饱和导通，IC1 的调整端（ADJ 端）与地呈低阻状态，其输出端（V_o）电压较低，不足以使 IC2 和 K 工作。

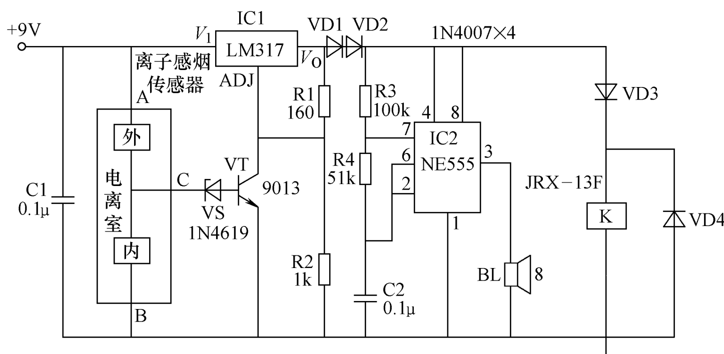


图 8-28　火灾报警电路

当发生火灾、传感器检测到烟雾时，其 C 端电压将降至 1.1～1.2V，使 VS 和 VT 截止，IC1 的调整端呈高阻状态，输出端电压较高，音响报警电路通电工作，扬声器 BL 发出音响报警声。同时，继电器 K 吸合，其常闭触头断开，将室内交流电源切断；其常开触头接通，使自动灭火装置工作。

183. 防盗报警电路（1）

防盗报警电路如图 8-29 所示。能做到一器多用，只要将基本电路稍加改动就能用于计数器、定时器、各种报警器等。通过调整电位器 RP 来设定灵敏度。整机的电流消耗只有几毫头。

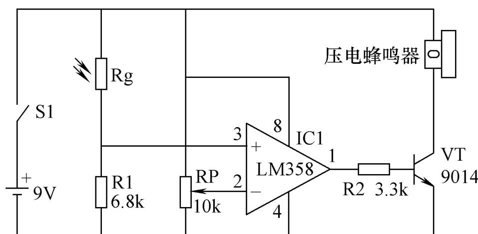


图 8-29　防盗报警电路（1）

这是光敏电阻控制的防盗报警器。光敏电阻 Rg 的电阻随着光线强度而改变。当 Rg 处于黑暗中时，其阻值很高（以 MΩ

计）；当 Rg 处于正常光线下时，电阻可小至几千欧姆。

比较器 IC1（LM358）的③脚电压随 Rg 受照射的光强而变，②脚上的基准电压可用电位器 RP 加以改变。IC1 的输出经驱动晶体管 VT 连接至蜂鸣器，电阻 R2 用来限制 VT 的电流。当 Rg 受光线照射时，IC1 的输出电压变高，压电蜂鸣器发出警报。

184. 防盗报警电路（2）

图 8-30 所示是由红外线 LED 和光电晶体管联合控制的防盗报警器。红外线 VL 发射出红外光束，由光电晶体管检测。当 IR1 射出的红外光束落到光电晶体管 VT1 上时，IC1 的输出变低，蜂鸣器不发声；但红外光束一旦被中断，IC1 的输出就变高，蜂鸣器立即发声，直至电源拉断或挡住红外光束的障碍被排除为止。

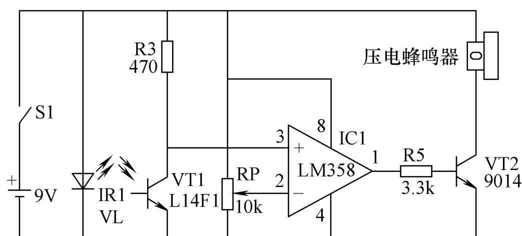


图 8-30　防盗报警电路（2）

第 9 章　广告显示电路

185. 霓虹灯广告牌电路

图 9-1 所示的扫描式霓虹灯电路能将多个霓虹灯字灯逐渐点亮发光，然后同时熄灭，再逐渐点亮，周期循环。

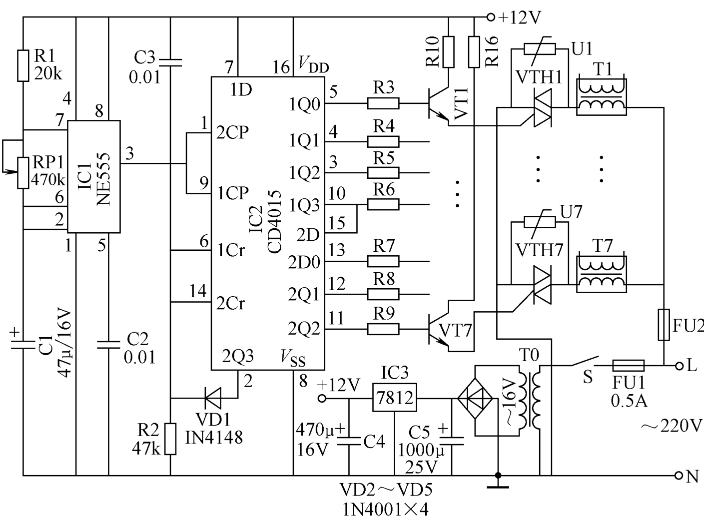


图 9-1　霓虹灯广告牌电路

IC1 为时钟脉冲发生器。IC2 为双 4 位串入移位寄存器。将 IC2 的⑩脚与⑤脚相连构成一个 8 位串入移位寄存器。在接通电源瞬间，经 C3 和 R2 产生一个微分脉冲加到 IC2 的 Cr 端，迫使 IC2 自动复位清零，其 8 个输出端 1Q0～1Q3、2Q0～2Q3 均为低电平，晶体管 VT1～VT7 截止，双向晶闸管 VTH1～VTH7 关断，霓虹灯升压变压器 T1～T7 未得电，被控制的 7 个字均熄灭。

由于 IC2 的⑦脚接电源正极，当 IC1 的③脚输出第一个脉冲

后，IC2 通过内部移位作用使其 1Q0 端变为高电平，VT1 导通，触发 VTH1 导通，T1 得电工作，驱动第一个字灯发光。当 IC1 输出第二个脉冲时，IC2 通过移位作用，使 1Q0 和 1Q1 为高电平，VTH1 和 VTH2 导通，T1 和 T2 得电工作，驱动第一和第二两个字灯发光。随着 IC1 输出第 8 个脉冲时，IC2 的 2Q3 端由低电平变为高电平，通过二极管 VD1 反馈到 Cr 端，使其自动清零，IC2 的 8 个输出端又都变为低电平，7 个被点亮的字灯又均熄灭，电路完成一个扫描控制周期。调节电位器 RP1 可改变 IC1 输出的脉冲周期，从而控制灯亮周期，改变移位寄存器的长度，可扩展被控字灯数目。

186. 流水彩灯广告电路

图 9-2 所示是由三组彩灯组成的流水彩灯电路。该电路由三组晶闸管触发电路组成。市电电网 ~220V 电压加到电路上，经 VD1 形成半波整流，并给 C1 ~ C3 充电，当其上电压达到一定数值时，会使晶闸管 VTH1 ~ VTH3 导通，灯泡 EL1 ~ EL3 点亮。但 C1 ~ C3 上的充电不会完全同步，假设 VTH2 先导通，EL2 先亮。此时 C3 继续充电，而 C1 的电压经 VD7 和 VTH2 放电，VTH1 不能导通。随着 C3 充电，其上电压继续增高，会使 VTH3 导通，EL3 亮。VTH3 导通构成了 C2 的放电回路，C2 上电压下降，使 VTH2 截止，EL2 熄灭。与此同时，C1 开始充电，经过一段时间，VTH1 导通，EL1 点亮。C3 放电，VTH3 截止，EL3

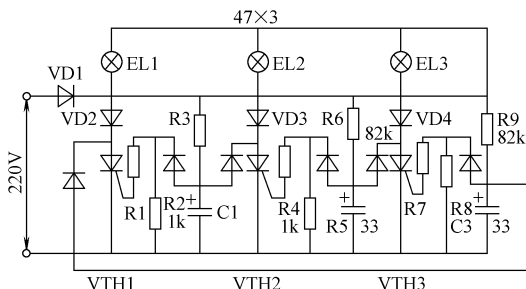


图 9-2　流水彩灯广告电路

熄灭，C2 充电，如此循环下去。从视觉上可以看到 EL1、EL2、EL3 三只彩灯顺序发亮，似流水一样非常好看。

图中的二极管 VD1 ~ VD4、VD5、VD7 和 VD9 选用 1N4001，而 VD6、VD8、VD10 选 2CP 型整流管。晶闸管 VTH1 ~ VTH3 选用 3CT 型晶闸管，其反向耐压应高于 400V，电流 1A。

187. LED 广告牌装饰灯电路

LED 标牌装饰灯电路由电源电路、光控电路和 LED 显示电路组成，如图 9-3 所示。

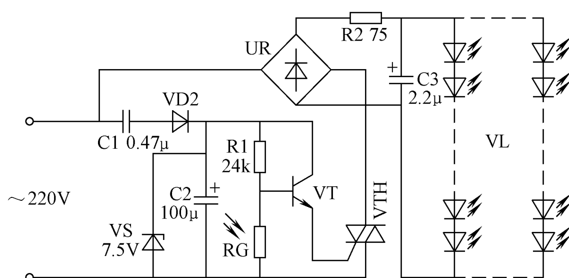


图 9-3　LED 广告牌装饰灯电路

电路中，电源电路由降压电容器 C1、整流二极管 VD2、稳压二极管 VS 和滤波电容器 C2 组成；光控电路由光敏电阻器 RG、电阻器 R1、晶体管 VT 和晶闸管 VTH 组成；LED 显示电路由整流桥堆 UR、电阻器 R2、电容器 C3 和发光二极管串 LED（由数百只发光二极管串、并联而成）组成。交流 220V 电压一路经 C1 降压、VD2 整流、VS 稳压及 C2 滤波后，产生 +7.5V 电压，作为光控电路的工作电源；另一路经 UR 整流、R2 限流降压及 C3 滤波后，驱动 LED 发光。

在白天，光敏电阻器 RG 受光照射而呈低阻状态，VT 因基极为低电平而处于截止状态，其发射极无触发电压输出，VTH 不导通，C3 两端无电压，LED 不发光。夜幕降临后，RG 的阻值变大，VT 获得工作电压而导通，其发射极输出的触发电压使 VTH 导通，发光二极管串 LED 点亮。

若需要该 LED 广告牌全天工作，则可将 RG 去掉或换一只阻值为 500kΩ 以上的固定电阻，使 VT 和 VTH 通电即导通。

188. 循环追逐式彩灯电路

本例是一种跳跃感特别强的新颖彩灯，其控制闪亮顺序采取 1→3→2→4 的跳马追逐方式。电路如图 9-4 所示。

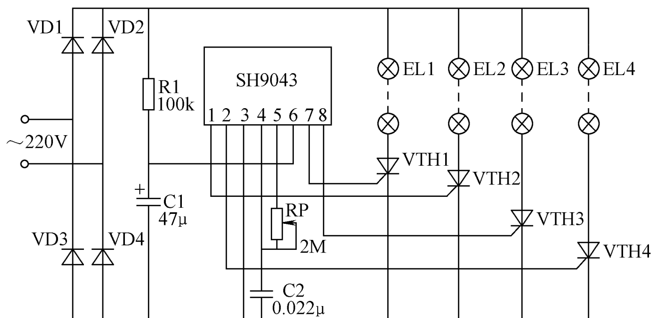


图 9-4　循环追逐式彩灯电路

二极管 VD1～VD4 组成桥式整流电路，输出全波整流电压作为 4 路彩灯的电源，同时通过限流电阻 R1 并经电容 C1 滤波后作为集成电路 SH9043 的电源。电位器 RP 和电容 C2 是 SH9043 的外接电阻和电容，调节 RP 可以调节芯片内部振荡器的振荡频率，从而改变 4 路彩灯跳马追逐速率，闪光频率可以在 1～200Hz 之间变化。集成电路的 ①脚、②脚、⑦脚、⑧脚分别与晶闸管 VTH2、VTH4、VTH1、VTH3 的控制极相接。4 路输出信号用来控制晶闸管的导通与否，从而使得串接在晶闸管阳极回路中的灯串 EL1～EL4 闪亮。

189. 数码显示器电路

LED（Light Emiting Diode）是发光二极管的缩写。数码显示器是由 7 段发光二极管构成的，数码显示器应用非常普遍。除此之外，还有液晶显示器（LCD）、真空荧光显示器（VFD）、等离子显示器（PDP）。

数码显示器的引脚排列及发光二极管连接方法如图 9-5

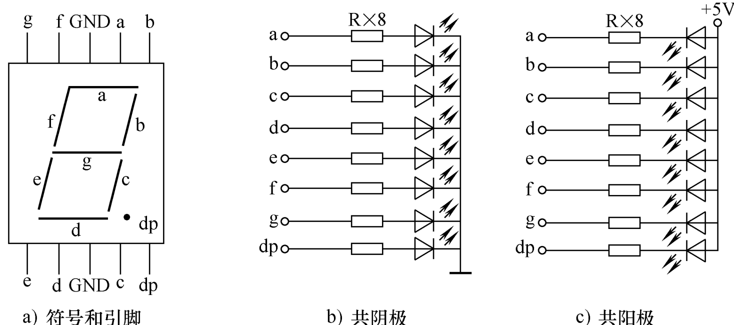


图 9-5　LED 显示器的引脚排列及发光二极管连接方法

所示。

图中 a、b、c、d、e、f、g 分别代表 7 段直线型发光二极管及其引脚，而 dp 则代表圆点型发光二极管，用于显示小数点。通过 7 段发光二极管亮灭的不同组合，可以显示十六进制数字及一些其他字母或符号。

LED 显示器中的发光二极管有共阳极和共阴极两种连接方法。

（1）共阳极接法

把发光二极管的阳极连在一起构成公共阳极，使用时公共阳极接 +5V。这样，阴极端输入低电平的发光二极管就导通点亮，而输入高电平的则不点亮。

（2）共阴极接法

把发光二极管的阴极连在一起构成公共阴极，使用时公共阴极接地。这样，阳极端输入高电平的发光二极管就导通点亮，而输入低电平的则不亮。

使用 LED 显示器时，要注意区分这两种不同的接法。

190. 光电闪烁灯广告电路

光电闪烁灯广告电路如图 9-6 所示。在白天，由于环境光线较亮，RG 受光照射，阻值较小，与 R1 分压后，使 RG 两端电压低（接近 0V），使 IC1 的④脚被钳位于低电平，超低频振荡器停

振，此时 IC1 的③脚输出为低电位，VTH 截止，警示灯不亮，电路处于静止状态。

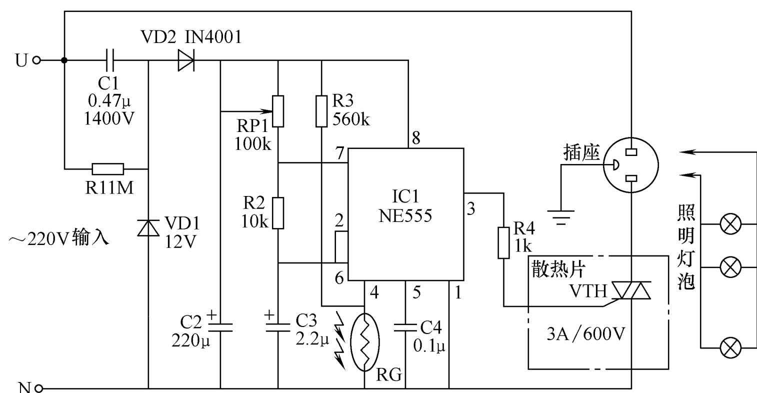


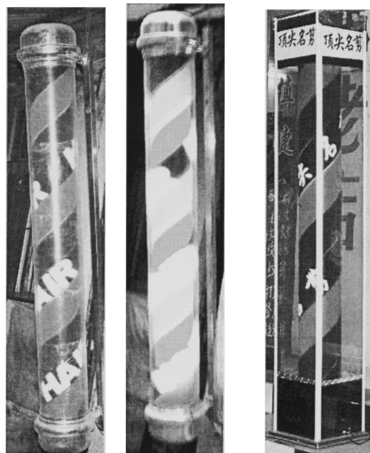
图 9-6　光电闪烁灯广告电路

当夜幕降临后，由于照射 RG 的光线逐渐减小，其阻值就随之逐渐变至最大（约为 2MΩ），与 R3 分压后，使 IC1 的④脚电位逐渐为高电位（约为 10V），则超低频振荡器起振工作，③脚输出端电位开始周期性地发生高、低变化。当其输出为高电位时，VTH 导通，灯亮；当其输出为低电位时，VTH 截止，灯灭，这样，警示灯的亮灭受超低频振荡器所控制，工作于闪烁状态，完成在夜间使警示灯自动闪烁的功能。调节 RP1 可以改变超低频振荡器的频率，也就可以改变警示灯自动闪烁的频率。当天色渐渐亮起来时，随着照射 RG 的光线的增加，RG 的阻值又随之逐渐变至最小（约为 10kΩ），则振荡器停振，IC1 的③脚恢复输出为低电位，VTH 截止，警示灯不亮，电路恢复到静止状态。依此原理，电路将会自动随环境光线的控制循环工作下去。

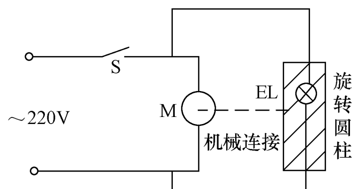
191. 美发店广告牌电路

理发店为了招揽生意，往往在门前安装一个转动的彩灯，作为理发店的一种标记。其外形如图 9-7a 所示。你知道它的电路吗？

该电路如图 9-7b 所示。该电路由交流 220V 供电，开关 S 控制单相交流电动机 M 和白炽灯泡 EL，接通开关 S 后，白炽灯亮，电机带动彩色圆柱旋转，远处看去，彩条向上移动，非常好看。具有广告照明的双重作用。



a）外型图



b）电路图

图 9-7　美发店广告照明灯电路

192. 汽车转弯指示灯电路

当汽车转弯时，方向指示灯一闪一闪地发光，指示转弯的方向，以引起来往车辆及行人注意安全。汽车转弯闪光指示灯电路的工作原理如图 9-8 所示，VT1、VT2 组成无稳态电路，当 S1 合

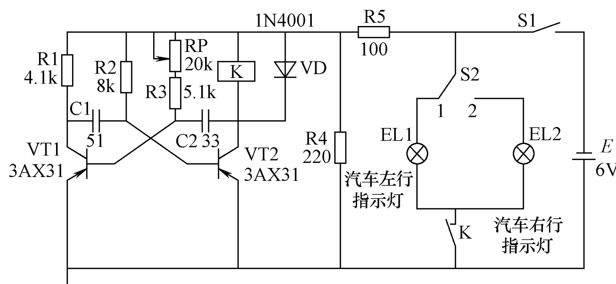


图 9-8　汽车转弯指示灯电路

上后，无稳态电路开始工作，由于 VT1 不断导通与截止，从而使继电器 K 不断吸合与释放，使指示灯电路接通和断开，灯发出一闪一闪的亮光。S2 合在“1”上时，汽车左灯发光，S2 合到“2”上时，汽车右边的指示灯发光。

193. 摩托车闪光灯显示电路

人们都希望摩托车有个转向闪光灯，如果自己动手装一个转向闪光灯则既经济又方便。其电路结构简单，取材容易，闪光频率稳定可靠，转向闪光灯同样适用于自行车、电动车。

晶体管 VT1 的 $\beta = 30 \sim 40$，大了易停振，VT2 的 $\beta = 50 \sim 100$ 即可。电源可采用四节 5 号电池串联。RP 电位器，调节它可改变闪光频率。小型继电器 K 可采用 JRX-4 型，也可以自制，如图 9-9 所示。

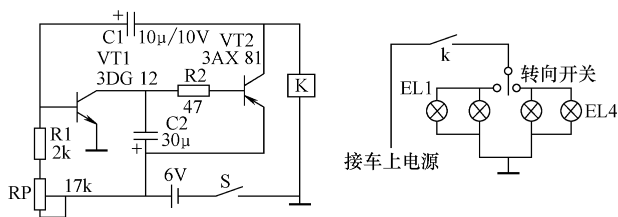


图 9-9　摩托车闪光灯显示电路

194. 故障信号跳闸电路

图 9-10 所示为断路器事故跳闸信号电路。它由中间继电器 KV、蜂鸣器 HA、试验按钮 SB1、解除按钮 SB2 等组成。事故音响母线 WS1、WS2 之间的回路为事故音响启动回路。QF 为断路器的常闭辅助触点，当断路器合闸时，该常闭辅助触点断开。

当断路器事故掉闸时，其常闭辅助触点 QF 复原（即闭合）。蜂鸣器 HA 经 FU1、中间继电器 KV 的动断触点，控制开关 SA 的两对触头，断路器辅助触点 QF、FU2 构成闭合回路，发出事故音响信号。

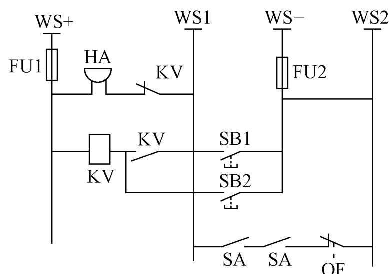


图 9-10 故障信号跳闸电路

值班人员听到后，按下音响解除按钮 SB2，于是中间继电器 KV 通电（WS＋→FU1→KV 线圈→SB2→FU2→WS－）。其常开动合触点闭合，经动合触点 KV，控制开关 SA 的两对触点，断路器 QF 的常闭辅助触点，FU2 形成回路自锁。与此同时，中间继电器 KV 的常闭动断触点打开，蜂鸣器回路被切断，音响被解除。

SB1 为音响试验按钮。按下 SB1，蜂鸣器 HA 通电发出音响。蜂鸣器 HA 的通电回路为 FU1→HA 中间继电器 KV 的常闭触点→SB1→FU2。SB1 供平时试验音响回路用。

195. 舞台照明调节电路

晶闸管模块常用于工业上的大电流控制场合，如电机调速、无触点开关、焊接、加热、调压、稳压、逆变电源等处。下面介绍舞台照明电路，可变柔和的灯光，增加了节目演出的广告效应。

如图 9-11 所示。是一个舞台灯光调节器电路。晶闸管模块内部的两只单向晶闸管接为反向并联形式，等效成一只双向晶闸

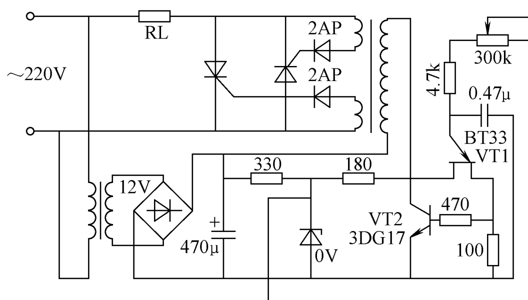


图 9-11 舞台照明调节电路

管。VT1、VT2 组成脉冲触发电路，调整图中的 300kΩ 电位器，可改变触发晶闸管的导通角，从而改变了灯光的亮度。

196. 设备运行过程显示电路

用变色发光二极管不同的光色可指示出电气设备的工作状态，电气设备工作状态指示线路如图 9-12 所示。

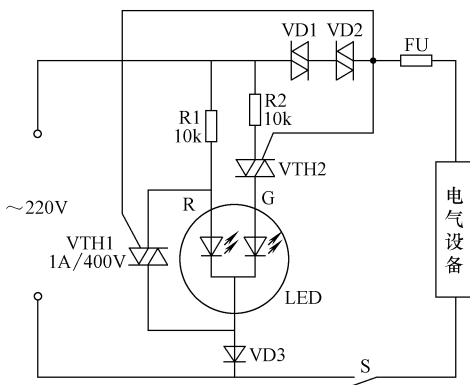


图 9-12　设备运行过程显示电路

接通电源，变色发光二极管 LED 中的红色发光二极管 R 发出红色光，指示 220V 电源供电正常，当合上开关 S，电气设备正常工作时，双向晶闸管 VTH1、VTH2 均导通。VTH1 导通，将 LED 中的红色发光二极管短接而熄灭，VTH2 导通，使 LED 中的绿色发光二极管 G 发出绿色光，指示电气设备正常工作。若合上开关 S，电气设备断路或熔断器 FU 熔断时，虽合上了 S，但 VTH1 仍指示电源供电正常（LED 发出红色光），绿色发光二极管不亮，说明电气设备、FU 或 S 回路有故障。

197. 电源断相显示电路

当三相电源有一相缺电时，该线路不但能发声报警，还能根据闪烁灯判别是哪一相缺电。三相电源缺相显示线路如图 9-13 所示。合上开关 S，在正常供电时，继电器 K1、K2、K3 都吸合，其三个常闭触点都断开，常开触点都闭合，切断时间继电器 KT1 和 KT2、指示灯 EL1 ~ EL3 及电铃 HA 回路。当某相缺电时，

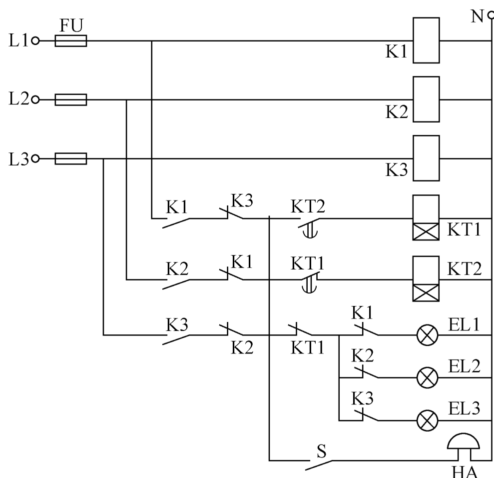


图 9-13　电源缺相显示电路

如 L1 相缺电，这样使 K1 失电，其常闭触点恢复闭合状态，KT2 得电闭合，EL1 亮，HA 响铃报警。经过一段时间后，KT2 延时时间到，常开触点延时闭合，使 KT1 得电吸合，KT1 常闭触点瞬时断开，断 EL1 电源。经过一段时间 KT1 延时时间到，其延时断开触点断开，使 KT2 失电释放，KT2 常开触点断开，KT1 失电释放。KT1 常闭触点闭合，EL1 点亮。这样，EL1 就会闪烁发光。L2、L3 缺相报警指示与 L1 相同。于是，值班人员通过电铃便知道缺相了，看到哪个灯亮了，便知道是哪一相缺电。在排除故障期间，可把开关 S 断开，电铃便停止报警显示，让操作者及时处理。

198. 光控灯笼广告电路

新春佳节，红红的大灯笼给节日增添了不少喜庆吉祥的气氛。但绝大部分的灯笼都是靠人工手动开/关，使用不便。其实，电子爱好者只要做一个实用的光控自动开关，就可使灯笼在天黑时自动点亮，天亮时自动熄灭，完全实现自动开/关功能。

电路原理如图 9-14 所示。R1、R2、VD1、VS、C1、C2 构

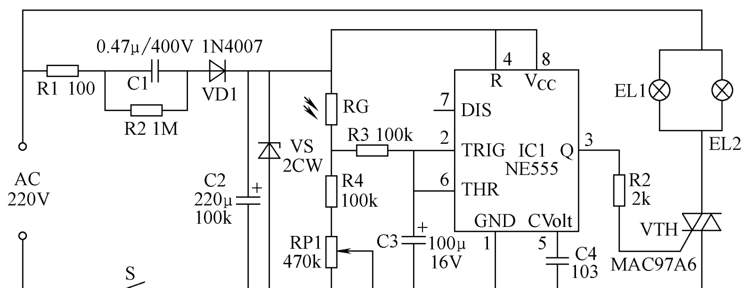


图 9-14　光控灯笼广告电路

成 12V 电源，为整机提供电源电压，NE555 及外围元件组成带延时的施密特触发器。电路中 RG 为光敏电阻，用于检测周围环境的亮度。黄昏时，周围环境的亮度逐渐变暗，RG 的阻值也随之变大，IC1 的②、⑥脚电位逐渐降低，当电位小于 $1/3V_{CC}$ 时，IC1 的③脚输出高电平，双向晶闸管 VTH 被触发导通，灯笼中的灯得电被点亮。到了早晨，天空渐渐变亮，RG 的阻值逐渐变小，IC1②、⑥脚的电位逐渐升高，当电位高于 $2/3V_{CC}$ 时，IC1 的③脚输出低电平，VTH 截止，灯笼中的灯熄灭。因 NE555 及外围元件构成的施密特触发器的回差电压达 $1/3V_{CC}$，所以在临界亮度附近时，可以消除灯的闪烁发光现象。同时，为了避免节日的夜晚施放烟花、焰火时使周围亮度发生急剧变化而使灯出现亮/灭闪烁现象，电路中特地加了延时电容 C3。

199. 客人来访信号识别电路

该电子门铃电路由短脉冲识别电路、长脉冲识别电路和音乐发生电路组成，如图 9-15 所示。

S 为门铃按钮。R1 是限流电阻器。

当按常规按下 S1 时，非门 D1 和非门 D4 的输入端均变为低电平，输出端均变为高电平。

由于 C1 的隔直作用，非门 D1 输出端的高电平不能使短脉冲识别电路动作，IC2 不工作。非门 D4 输出端的高电平经电阻

图 9-15　客人来访信号识别电路

器 R3 对电容器 C3 充电，当 C2 两端电压高于 1.5V 时，非门翻转，其输出端变为低电平，使非门 D6 的输出端变为高电平，IC3 受触发工作，输出音乐信号，该信号经 VT2 放大后，驱动扬声器 BL 奏响一首乐曲。

当短时间连续按动 S（以每秒至少一次的速度连续按动 S 约三四次）时，会在非门 D1 和非门 D4 的输出端产生连续的正脉冲信号，此脉冲信号经 VD2 整流后对 C2 充电，当 C2 两端高于 $V_{DD}/2$ 时，非门 D2 的输出端变为低电平，非门 D3 的输出端变为高电平，IC2 受触发而工作，输出音乐信号。此信号经 VT1 放大后，通过扬声器 BL 发出“叮咚”声。非门 D4 输出的正脉冲不能使 C3 两端电压升高，故长脉冲识别电路不动作，不能触发 IC3 工作。

200. 计数译码显示电路

该电路的功能是读出脉搏数，以十进制数形式用数码管显示出来，如图 9-16 所示。因为人的脉搏数最高是 150 次/min，所以，采用 3 位十进制计数器即可。该电路用双 BCD 同步十进制计数器 CC4518 构成 3 位十进制加法计数器，用 CC4511 BCD—七段译码器译码，用七段数码管 LTS547R 完成七段显示。

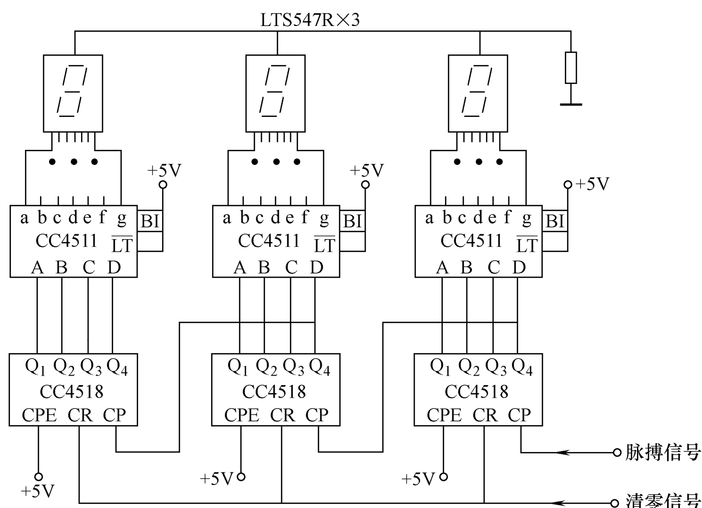


图 9-16　计数译码显示电路

201. 电平指示电路

电平指示电路为了保证录音电平适当，录音机设置电平表，用来监视录音电平。图 9-17 所示是两种普及机的电平表电路。电路接在录音放大器的输出端上。输出信号经过整流获得直流电压，使直流电流表偏转。放音的时候指示电源电压。有些录音机，为了减小整流电路的非线性对录音输出级的影响，在整流之前加射极输出器隔离。

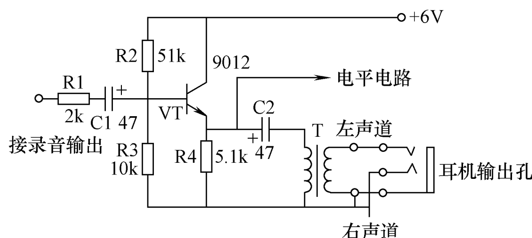


图 9-17　电平指示电路

202. 灵敏光控开关电路

图 9-18 所示电路由于采用了达林顿型光敏晶体管做敏感元件，所以对弱光较敏感，适用于对反射光信号的检测。电路中当达林顿型光敏管受到光照后，其内阻减小，使②脚电位下降，当降为 $1/3U_{CC}$时，③脚输出高电平，这时继电器释放。

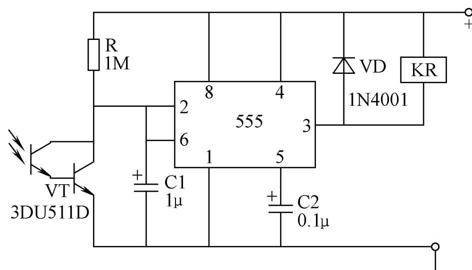


图 9-18　灵敏光控开关电路

203. 光触发开关电路

图 9-19 所示电路采用了达林顿型光敏晶体管和运算放大器，所以很微弱的光线即可使电路翻转。当把 R1 和光敏管的位置对调，或者将运算放大器的反相和同相输入端对调位置，就可以把该电路修改为暗触发开关。

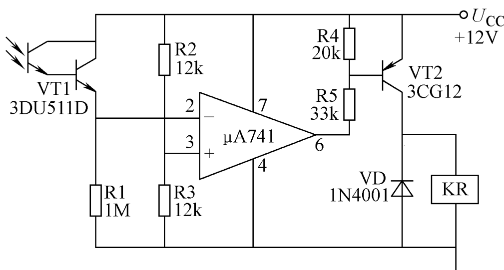


图 9-19　光触发开关电路

204. 音乐控制彩灯电路

单向晶闸管具控制性能好、反应快、体积小、效率高等优

点，常用于整流、无触点开关及变频电路中，单向晶闸管用于音乐控制的彩灯电路，如图 9-20 所示，扬声器两端的信号电压，通过变压器去触发晶闸管。当音乐有强有弱时，触发电流就有大有小，从而控制彩灯忽亮忽暗闪烁。

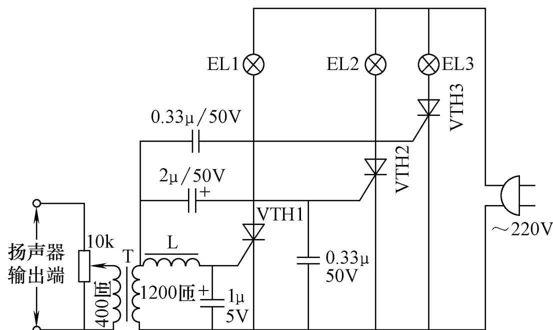


图 9-20　音乐控制彩灯电路

205. 太阳能 LED 广告灯电路

买一只 1W 白光 IED，用手机电池一试，真亮。可以制作一个广告灯。

用酒杯状的乳白色塑料瓶盖做灯罩。从 LED 散热板（自带的）后面引出正、负两根线，穿过灯罩，经过弯管引入灯座，灯的形状就出来了。为了充电方便，使用了太阳能板。但电压太低，只能充一节电池，为此，增加了升压板。为了在阴雨天使用，增加了交流充电，并可在交流供电情况下点亮 LED 灯，电路如图 9-21 所示。

此 LED 的端电压为 3. 2V、额定电流 350mA，经实验，4. 8V 仍可正常工作，关键是限流在 350mA 左右。

升压板是从 6V 应急灯旧板上裁剪下来的振荡电路，未作任何修改（见图中点画线线框内。然后经桥式整流提供充电电流。笔者认为灭蚊拍、电子点火器、验币器等振荡电路，小作修改，也能变通使用。电池用三节五号 1800mAh 镍氢电池，夏天不用

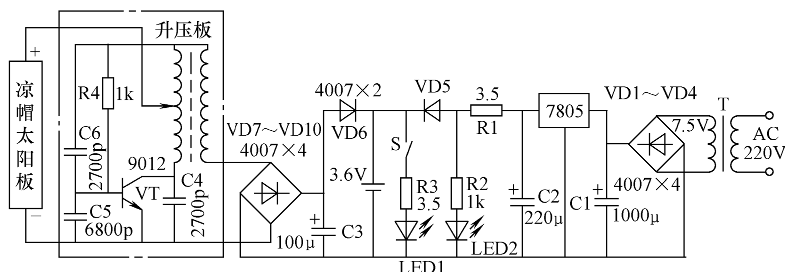


图 9-21　太阳能 LED 广告灯电路

阳光直接照射太阳板，在较明亮处即可充电。交流充电提供 4.3V 充电电压，约 350mA 充电电流。假如使用三节五号镍镉电池，限流电阻 R1 应改为 8～10Ω，以减小充电电流，避免损坏电池。

206. 舞台烟雾电路

舞台及迪厅、歌厅等文艺娱乐场所，为能给演出节目增添气氛，烘托演出效果，场地内均设置有品种繁多的舞台效果设备，诸如舞台灯具、泡泡机、雪花机、礼炮机、气柱等，烟雾机亦是常备的舞台效果装置之一。电路工作原理如下：

舞台烟雾电路在节目中计划使用前，应提前加注专用烟油（或在机内容器事先已储备有烟油）。并且在演出开始前，就需开机给烟雾机供电进行预热。预热时间长短应规范在 8min 以上，预热时间不足不宜开启喷雾，而在预热满足之后，及时对“喷雾”启动控制，则靠烟机主机上外插的一只无线遥控的接收控制器及操作人员手中的一只无线遥控器对应控制。

在遥控器发出无线指令后，烟雾机外插控制器电路内一块调频接收模块将指令信号脉冲接收，经处理后由“OUT”脚输出至解调集成块 IC1 的⑭脚。IC1 电路具有放大、检波整形等功能，经其处理后，由 IC1 的⑰脚输出一具高电平控制电压信号。此电压经 VD1 二极管驱动 VT1 导通，光耦合器 IC2 内发光二极管发光；IC2 内光敏触发管导通后使晶闸管 VTH 触发导通。于

是其回路上的一只小型油泵启动运转，油泵将烟油抽出并经过加热器以烟雾状喷出。实际喷雾延续的时间，仍由操控人员运用手中的无线遥控器来进行控制，如图 9-22 所示。

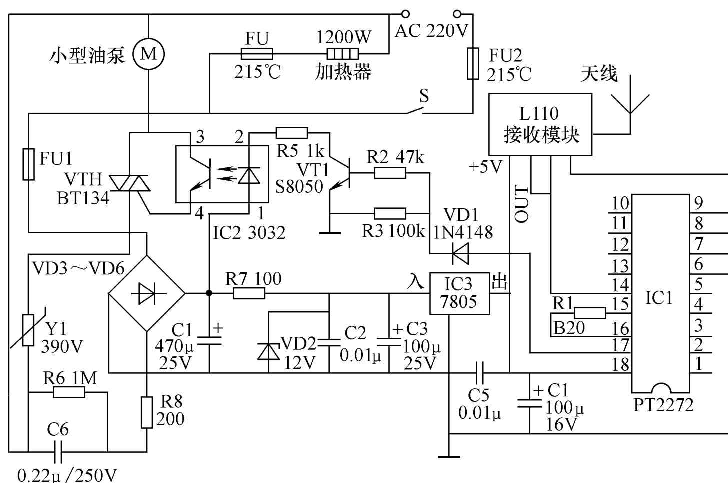


图 9-22　舞台烟雾电路

207. 光电信号跟踪电路

如图 9-23 所示，由光电池构成的光电跟踪电路，用两只性能相似的同类光电池作为光电接收器件。当入射光通量相同时，执行机构按预定的方式工作或进行跟踪。当系统略有偏差时，电路输出差动信号带动执行机构进行纠偏，消除偏差，实现自动跟踪的目的。

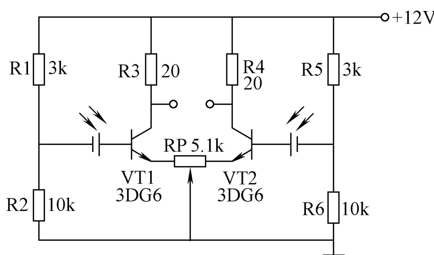


图 9-23　光电信号跟踪电路

208. 光电开关电路

光电开关电路如图 9-24 所示。无光照时，系统处于某一工作状态，如通态或断态。当光电池受光照射时，产生较高的电动势，只要光强大于某个设定的阈值，系统就改变工作状态，达到开关的目的。这种开关电路多用于各种控制系统。

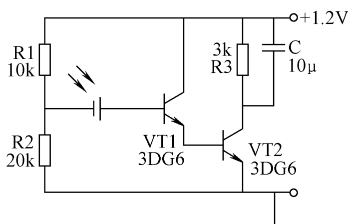


图 9-24　光电开关电路

209. 大红灯笼高高挂电路

大红灯笼高高挂电路如图 9-25 所示。虚线左边为市售灯笼原有电路，右边为新增音乐演奏电路。A 为 12 曲音乐集成电路，其中 R 和 C 分别为 A 的外接振荡电阻器和电容器。闭合电源开关 SA，小电珠 H 通电发光；与此同时，由于音乐集成电路 A 的触发端 TG 与电源正端 VDD 直接相通，故 A 会依次反复输出内储的十二首世界名曲主旋律电信号，经晶体管 VT 功率放大后，驱动微型电磁讯响器 B 奏响优美动听的乐曲。

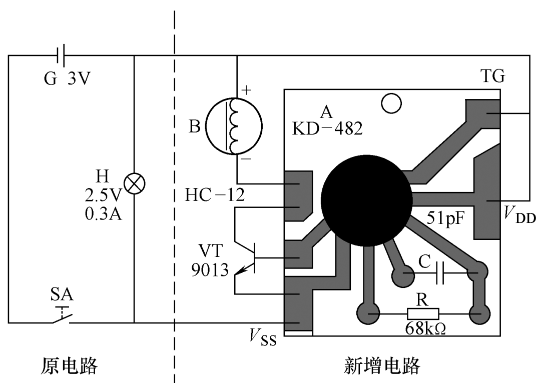


图 9-25　大红灯笼高高挂电路

第 10 章　除害保健电路

210. 粮食害虫检测电路

光电控制害虫检测报警电路如图 10-1 所示。粮仓中的害虫尤其幼虫有喜欢向孔、缝中钻的生活习性，羽化前期这种习惯更加明显。本报警器就是基于这种原理设计而成的，它由手柄、多孔管道、探头和报警计数部分组成。报警计数部分安装在值班室，其他部分则插埋在粮仓内，通过导线把两者连接起来。工作程序是：害虫钻进多孔管道后便被收集到漏斗中，并通过传感器通道，设在通道中的光电传感器便产生一个电脉冲，这个脉冲分两路输出，一路触发晶闸管 VTH 使其导通，与晶闸管 VTH 串联的报警器 HA 得电鸣叫报警。与此同时，与报警器并接的发光二极管 VD1 发光，指示害虫发生部位（这对多库、多探头检测非常必要），不按报警器消除键 S3，报警声将会长鸣不止，及时无误地提醒人们采取措施，按下 S3 键后，报警声立即停止。另一路则触发计数器计数，从多孔管道中每掉进一只虫，计数器便会自动计数，按下 S3 键后数码管发光显示，可读取进虫数。为了节省电力，读数后应松开 S2 键，需要清“0”时，按 S2 即可。

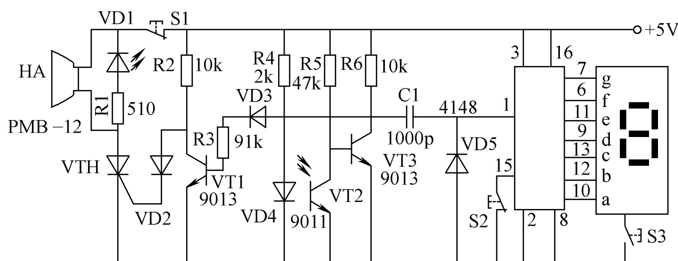


图 10-1　粮食害虫检测报警器

211. 电子蝇拍电路

如图 10-2 所示，晶体管 VT 与变压器 T 的一次绕组 L1、L2 构成电感三点式振荡器，将 1.5V 的直流电变为交流电，由 T 升压，L2 上得到的交流电压由 VD1 ~ VD5、C1 ~ C5 构成的五倍压升压电路进一步升压为 1 600V 的高压，经 A、B 送往放电网，由放电网上的高压电击杀蚊蝇。

R1 为晶体管 VT 的基极偏置电阻，选 1kΩ 1/8W 电阻器，VT 选用 2SC3205，T 用 EE13 铁氧体磁心，L1 用 ϕ0.22mm 漆包线绕 8 圈，L2 用 ϕ0.22mm 漆包线绕 22 圈，T3 用 ϕ0.08mm 漆包线绕 1 200 圈。VD1 ~ VD5 用 1N4007，C1 ~ C5 用 0.47μF 630V 金属化纸介电容。

放电网用羽毛球拍改造，用 ϕ0.5mm 的裸铜线每隔 8mm 拉一条，挂满整拍，作为 A 极。再用同样的线，距已挂好的每条线 4mm 拉一条作为 B 极。

为了避免因手误触网线而有触电感觉，A、B 两组线不要在同一平面上。

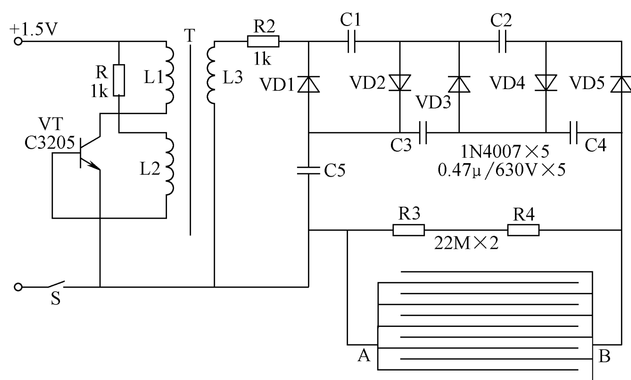


图 10-2　电子蝇拍电路

212. 电子灭鼠器电路

图 10-3 所示是一种简单的电子灭鼠器电路。红黑两接线柱分别接到金属电网上，电网间隙为 2cm。当老鼠接触通电的电网

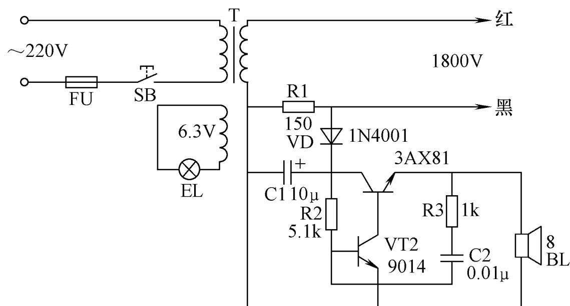


图 10-3　电子灭鼠器电路

时，会被击倒，同时扬声器发出报警信号。此时便可断开电源把老鼠处死，达到灭鼠之目的。

在使用这种电子捕鼠器时要有专人值班看守，并应特别注意人身安全，必须设立栅栏，人接近时首先要断开电源。

213. 电子灭蚊电路

蚊子和其他飞蛾一样，具有一定的趋光性，它所喜欢的光波大约在 3 650Å。蚊子对温度的变化也很敏感，它头部的传感器能测出 0. 005℃的温差变化。人的体温一般高于气温，而且人体汗液所含的乳酸味以及呼吸时所排出的二氧化碳都能吸引蚊子飞向人体。

根据以上特点，可以模拟这些条件把周围的蚊子和其他飞虫集中起来，用高压电网将其灭杀，如图 10-4 所示。

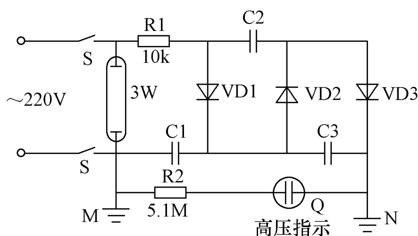


图 10-4　电子灭蚊电路

214. 黑光灯杀虫电路

为确保农业丰收，治虫、灭虫是一项重要措施。我国农村使用一种电气杀虫灯——黑光灯。黑光灯实际上是荧光灯的一种，

所不同的是涂在管壁上的荧光粉不一样，它能发射波长为 360nm 的紫外线。这种波长的紫外线对昆虫有很大的诱惑力。使用黑光灯时同样要配上镇流器、辉光启动器等附件，安装方法和普遍荧光灯一样。

黑光灯本身只能诱集飞行的害虫，杀虫还须配有捕杀装置。最简单的办法是用水盆杀虫。如图 10-5 所示，在灯管四周装设几块挡虫玻璃板，灯管下面放一只盛水的水盆，里面加些杀虫剂。当飞行的害虫扑向黑光灯时，与挡虫玻璃板相撞，落进水盆即被杀死。

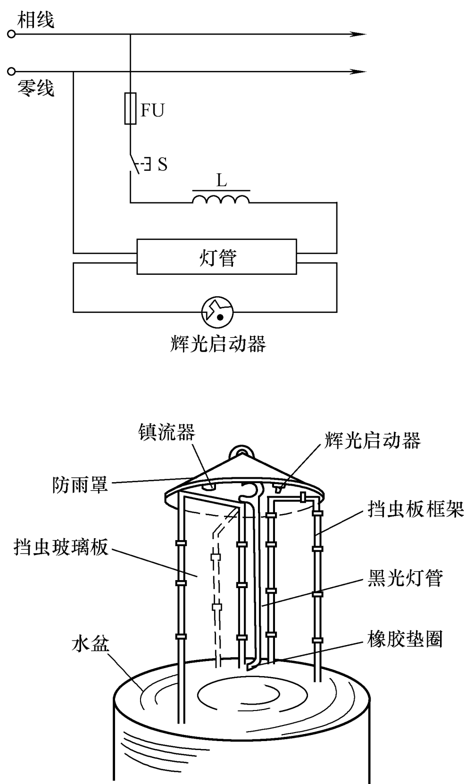


图 10-5　黑光灯杀虫电路

215. 高压灭虫灯电路

高压灭虫灯采用栅栏网状高压电网，围绕在黑光灯管的四周。电网分两组，彼此绝缘地穿插设置，并接入220V/4 000V 变压器的高压侧。这时，黑光灯在电网的下端引诱害虫，当害虫飞进电网间隙的瞬间，由于电网电压很高，当即将害虫电死。当高压电网杀死害虫较多时，会发生短路，灯泡 EL2、EL3 会自动点亮，指示电网须清扫，电路如图 10-6 所示。高压升压变压器可以自行绕制，可采用 100VA 行灯变压器改绕，拆除二次线圈，记下 36V 线圈的匝数，算出此变压器 1V 应绕几匝，再用较细的漆包线按 4000V 算出应绕多少匝，按此匝数进行绕制，绕好后高低压侧均进行绝缘处理，并串上较大功率的白炽灯泡接上开关，然后通入 220V 电源，黑光灯线路与荧光灯线路完全相同。按线路连接，把变压器、白炽灯、开关、熔丝装在一个绝缘盒内，黑光灯装在一个大型灯架上，灯的四周架设均匀的高压电网，即可制成一个高压灭虫灯。使用高压灭虫灯应注意以下问题：

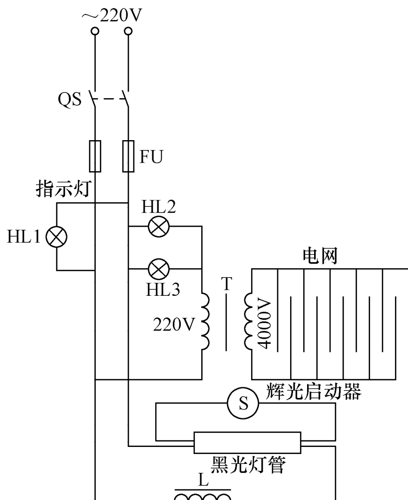


图 10-6　高压灭虫灯电路

1）高压灭虫灯周围应架设防护栏，并加有防护铁锁，通电时使人畜无法进入防护栏。

2）高压线要采用耐压较高的绝缘电线，杀虫灯应装在离地面 2. 5m 以上的地方。

3）高压杀虫灯开停应有专人负责，配电箱要加锁，防止小孩误触及。

216. 消灭蚊蝇电路

灭蝇灯是宾馆、饭店、家庭常用的消灭蚊蝇的有效工具。电路采用二极管倍压整流的方式，产生很高的电压。当蚊蝇见光亮，扑向灭蝇灯的时候，被高压打死，如图 10-7 所示。

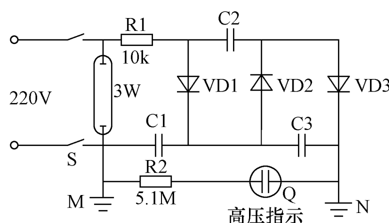


图 10-7　消灭蚊蝇电路

217. 电子捕鼠电路

电子捕鼠电路如 10-8 所示。电路正常工作后，D1 光敏二极管收到红外光而导通，使 VT1 ~ VT4 同时处于截止状态，继电器不吸合。当老鼠进入捕鼠器后，其身体遮挡红外光线。D1 反向阻值变大，VT1 立即导通，后两级电路中的晶体管也饱和导通，继电器 K 吸合。电磁铁得电后将旋转门挂钩拉开，捕鼠器的三个进口门同时关闭，报警电路响起报警声。与此同时，关闭到位的旋转门及时触及 S1 微动开关，切断电磁铁的供电，以免时间过长烧毁电磁铁线圈。

红外线发射采用废旧电视机遥控器，截去按键部分电路板

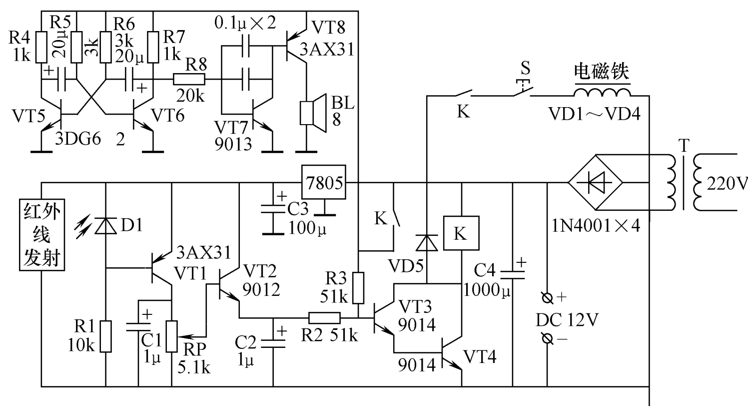


图 10-8　电子捕鼠电路

(为缩小体积)，然后将任意一键用导线短路，使其一直发射即可。旋转门所用盘状发条是拆洗衣机定时器中发条代用的。12V 电磁铁用小型 E 型铁心绕制，吸力只要能够拉开旋转门挂钩即可。电路板的调试需在发射、接收二极管确定距离后进行。调整 RP 电位器，使继电器在无遮挡情况下处于静止状态，遮挡红外光后马上吸合即可。

218. 灭鼠、灭蝇、灭虫综合电路

灭鼠、灭蝇、灭虫综合电路如图 10-9 所示，它首先将 12V 的直流电逆变成交流，再经过倍压整流获得 1 500V 高压直流电用于灭鼠、灭蝇、捕虫、捕鱼。VT1 ~ VT4 四只晶体管和变压器将 12V 直流电变成交流电。VD1 ~ VD4、C1 ~ C3 系倍压整流电路，其中 C1 为储能电容器。VT5、VT6、R3、R4、RP1 组成电子开关，它带动继电器 K1 工作以转接高压输出。VT7 ~ VT10、R9、R10、C4 组成延时报警电路，一旦电网击中老鼠，延时 5 ~ 10s 后，继电器 K2 才工作，发出告警信号，捡开死鼠，拨动复位开关 KB1，高压开关又有输出。晶闸管和单结晶体管组成 12V 电瓶充电器。

图中开关处于捕鼠功能的位置。拨动开关 KB1，R1、R9 短路，本机即是电子捕鱼器电路。拨动开关 KB1 和 KB2，本电路就具有黑光灯捕虫或荧光灯照明的功能，灯管接在 C、D 两端，开关在捕鼠位置时，外接灭蝇金属网，本机就是一台电子灭蝇器。接通 220V 交流电，E、F 两端接上电瓶，本机即为电瓶充电器。

变压器磁心选用 M—2000E 型铁氧体，线圈 L1、L2 用 ϕ1. 1mm 漆包线双线并绕 18 圈，线圈 L3、L4 用 ϕ51mm 漆包线双线并绕 9 圈，L5 用 ϕ23mm 漆包线平绕 660 圈。继电器 K1 采用 JQX—4 型大功率继电器，K2 采用 JRC 型普通继电器。电容器 C3 耐压要高于 1 500V。

调试时，首先将 R1 短接，调整 R2 使整机输入空载电流为 2. 5A 左右。然后再拆除短接线调整 R1 使整机输入空载电流小于

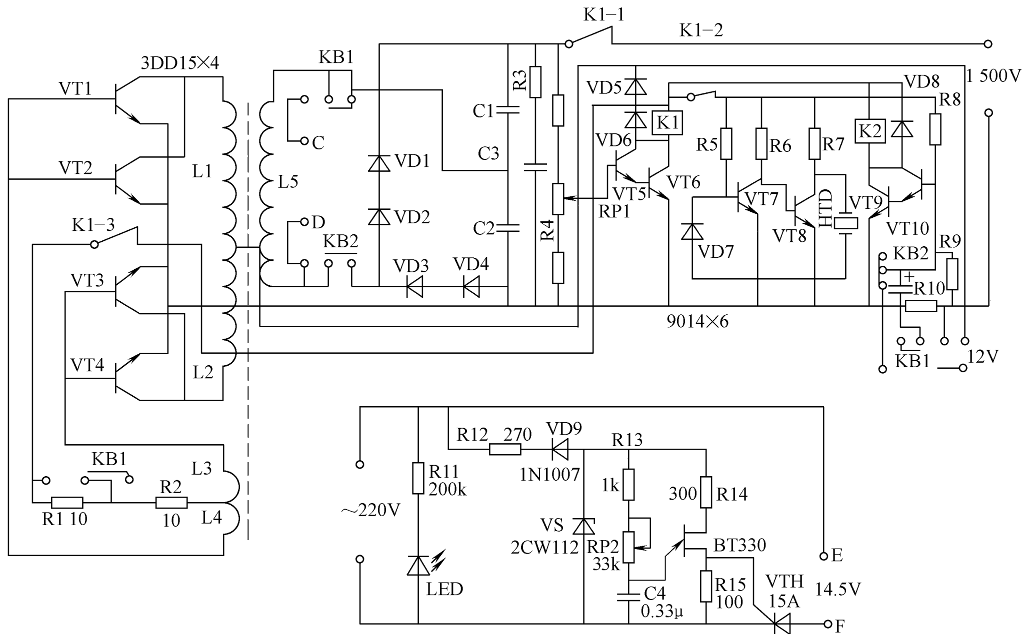


图 10-9　灭鼠、灭蝇、灭虫综合电路

0.5A。调整 R3 使 C3 两端的电压为 1500V 左右。拨动开关 KB1、KB2，在高压输出端接上 100W 灯泡，调整 RP1 使 K1 产生连续通断动作，观察灯泡亮度约在 60～100W 之间，且基本无闪烁感。拨动开关至报警位置，将白炽灯改换成 10kΩ/20W 电阻，调整 R10 使继电器 K2 约 10s 动作，发出报警声。E、F 端外接 100W 灯泡作负载，调整 RP2 使输出电压为 8V，再去掉灯泡改接 12V 电瓶，细调 RP2 使输出电流≤2A，至此调试完毕。

219. 超声波驱虫电路

时基电路产生的电脉冲由第③脚输出，再通过 R6 送给压电扬声器 BL，把电脉冲转换成超声波向空间辐射。该电路的扫频原理也非常简单，利用变压器 T 二次低压交流信号去调制 NE555 时基电路的⑤脚，达到改变脉冲频率的目的，其频率变化范围为 32～62kHz。

据国外有关资料所记载，该装置有多种用途，可驱除老鼠、蟑螂、跳蚤，有效面积可达 16m^2。只要把该装置放于室内，接通电源、连续工作，则老鼠、蟑螂、跳蚤就会随时间减少，三个月之内就可达到驱除上述害虫的目的，室内也就不会出现老鼠、蟑螂和跳蚤。如果住房面积很大，则在室内多放几个便可。超声波驱虫电路如图 10-10 所示。

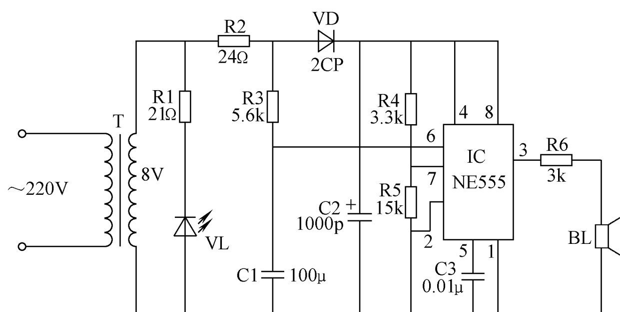


图 10-10　超声波驱虫电路

220. 电子节电捕鼠器电路

本例介绍的电子节电捕鼠器平时耗电极小，仅当老鼠进入控制区觅食时才工作，然后延时 30s 后又进入等待状态，很适合野外捕鼠使用。

图 10-11 所示为电子节电捕鼠器电路图。VT1 ~ VT4 及有关元件组成控制电路，其作用是报告是否有老鼠进入控制区，并控制报警及高压发生电路的电源。IC、VT5 等组成报警电路，当有老鼠进入控制区时，IC 发出报警信号，经 VT5 推动扬声器 BL 发声。由 VT6 及外围元件组成发射器，工作频率为 88 ~ 108MHz，发射距离达 1km 以上，以便实行远距离监护。VT7、T、VD2 等组成高压发生电路，输出数百至千伏的高压，用来击毙进入控制区的老鼠。当手动开关 SA 闭合时，电源向控制电路供电，这时 VT1 ~ VT4 均截止，继电器 K 不通电，报警及高压电路不工作。当有老鼠进入触发网时，就相当于在 A、B 电极间加上一个电阻，VT1 ~ VT4 均导通，继电器 K 吸合，其触点 K 闭合，报警及高压发生电路的电源被接通。与此同时，电源通过 VT1、VT2 向 C2 充电，使得当老鼠离开触发网且继电器延时 30s 左右后关闭，

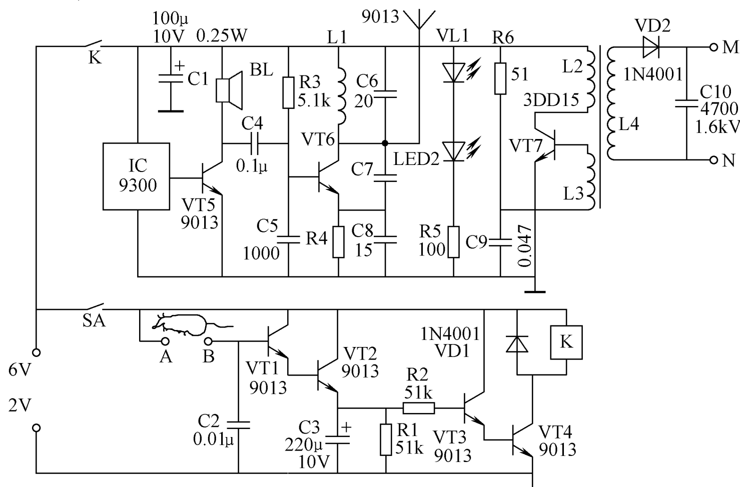


图 10-11　电子节电捕鼠器电路

避免了 VT7 因长时间工作而受损，同时也减少了电源的无用功耗。IC 发出的报警信号一路经扬声器 BL 发声，另一路调制由 VT6 组成的高频振荡器，并向外发射。与此同时，发光二极管 VL1、VL2 发光。这时老鼠由于受惊吓而逃离触发网，进入高压电网被击毙。当在远处的监护人员用调频收音机收到报警信号后，即可到现场及时清除死鼠。

221. 理疗呼吸机电路

临床使用的理疗呼吸机向患者鼻腔供氧气是持续不断的，这不符合呼吸期间气管呼吸规律，患者会感到不适应。本例介绍的医用理疗呼吸机控制器，使患者吸气时自动启动电动机运转，在呼气时自动切断电动机晶体管电源，既节能又实用。

该医用理疗呼吸机控制器电路由无稳态振荡器、控制电路和电源电路组成，如图 10-12 所示。无稳态振荡器电路由电阻器 R1 和 R2、电位器 RP、电容器 C3 和 C4 及时基集成电路 IC1 组成。控制电路由电阻器 R3 ~ R5、晶体管 VT1 和 VT2、二极管 VD 和继电器 K 组成。

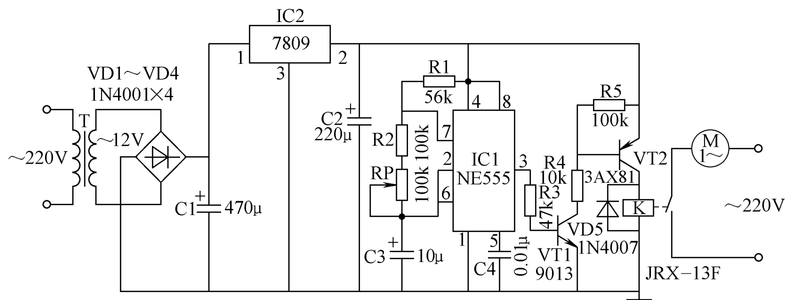


图 10-12　理疗呼吸机电路

交流 220V 电压经 T 降压、VD1 ~ VD4 整流、C1 滤波及 IC2 稳压后，为无稳态振荡器和控制电路提供 +9V 工作电源。

无稳态振荡器通电工作后，其③脚输出频率为 25. 40Hz 的振荡脉冲信号，使 VT1 和 VT2 间歇导通，K 和 M 间歇工作。在 IC1 的③脚输出高电平时，VT1 和 VT2 饱和导通，K 通电吸合，

其常开触头接通，理疗呼吸机的电动机 M 通电工作；在 IC1 的③脚输出低电平时，VT1 和 VT2 截止，K 释放，M 断电停止工作。

调节 RP 的阻值，可改变无稳态振荡器的振荡频率，从而改变呼吸机的工作频率（使用时，可根据患者的需要来调节）。

222. 红外自动干手器电路

红外自动干手器电路广泛用于宾馆、医院、饭店的卫生间等公共场合，如图 10-13 所示。

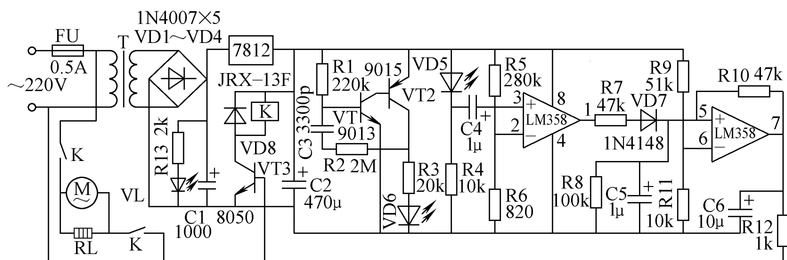


图 10-13　红外自动干手器电路

电路中由 VT1、VT2、R1、C3 构成一个 40kHz 振荡器。其输出驱动红外管 VD6 发出 40kHz 的红外线光。当人手伸到干手器下方时，被手反射的红外线由光电管 VD5 接收，将其转换成半波脉动直流信号，该信号经 C4 耦合到第一级运放的正输入端进行放大。负端加入一个小的偏置电压，防止小信号干扰。

从①脚输出放大后的信号给 R7、VD7、C5 整形及平滑处理成为直流信号，送到第二级运放⑤脚正输入端进行比较放大。第二级运放翻转阈值由⑥脚负输入端外接的 R9、R11 分压决定，R10 是运放的正反馈电阻。与 C5、C6 共同构成延时电路，防止被探测的手活动时，产生的干扰导致断电现象。当运放⑦脚输出高电平时 VT3 导通，控制继电器接通加热器和吹风机电源。

223. 保健按摩电路

电动按摩器多数使用交流电源（220V、50Hz），其功率消耗不大（5～35W）。它具有使用方便，效果显著，临床适应性广

的特点。它不仅广泛用于医院理疗科，而且在浴室、理发馆、运动队、家庭中也普遍使用。

电动式按摩器的工作原理是：当电源接通后，电动机开始旋转，其旋转力通过联轴弹簧带动偏心轮转动，由于偏心轮的重心偏移轴心，因此，其旋转时便产生不平衡的快速摇动。按摩器装上适当的按摩头，放在需要按摩的部位，即可由高速振动达到较理想的按摩效果。

电动机式按摩器通常采用小型电刷式电动机，它的转速高、转矩大，是一种交直流两用电动机，转速约 5 000 ~ 10 000r/min。由于按摩头直接受偏心轮旋转产生振动的影响，故按摩次数就是电动机旋转的圈数。电动机式按摩器有调节按摩力强弱的装置。电动机转速越高，偏心轮产生的摇动力越大，按摩头产生的按摩力越强；反之，按摩头产生的按摩力弱。当输入电动机的电压高时，其转速就高；当输入电动机的电压降低时，转速也降低。通常在电路中接入二极管，通过开关的不同位置，变换电路中元器件的连接形式，从而改变输入电动机的电压，即可改变转速。电动式按摩器的控制电路如图 10-14 所示。

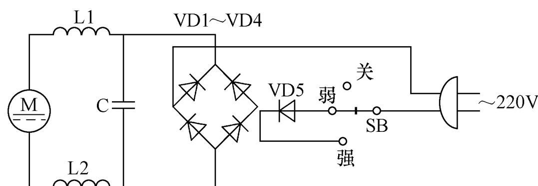


图 10-14　保健按摩电路

由电路原理图可知，当电源开关 SB 在“关”位置时，电路不通，电动机不转。当开关 SB 为半波整流时，电动机输入电压低，因而转速低。当开关拨至“强”位置时，交流电不经过桥式整流，电动机输入电压是半波整流时的 2 倍，电压高，电动机转速最高。电路中 L1、L2、C 组成抗干扰电路，防止由于电动机的电刷与换向器摩擦时产生的电火花干扰收音机或其他电子设备。

224. 体温测量电路

体温测量电路如图 10-15 所示，图中 R1 为温度传感器热敏电阻，输入电路采用电桥电路结构，VT1 为 R1 非线性补偿晶体管，与 R4、R5 组成电桥桥臂，VT2、VD2、R9 和 R10 等组成恒流电路。从电桥输出端输出的体温检测信号，经集成运放电路 IC1 放大后，送至体温数显电路和报警电路。

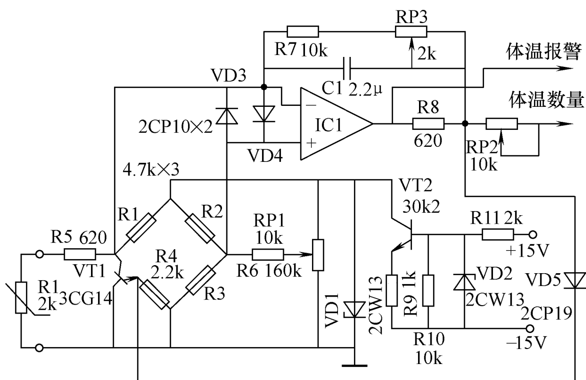


图 10-15　体温测量电路

RP1 为零点调节电位器，RP2 为量程校准电位器，RP3 为增益调节电位器。

225. 电子治疗仪电路（1）

电子治疗仪基本功能是由电子电路产生一电振荡器，振荡器的频率可调，一般的振荡频率在 1～20kHz 之间。电路振荡后，再由一升压变压器将振荡电压升高后通过外加电极输出升压信号。将信号加到人体的物理性损伤部位进行电刺激，达到治疗目的。从中医观点出发，电针刺激在人体受损伤的穴位处，其效果最佳。

电子治疗仪电路如图 10-16 所示。电子治疗仪由脉冲信号源、触发电路和驱动电路等组成。IC1（555）时基电路和 R1、RP1、C1 ～ C3 等组成标准的多谐振荡器，振荡频率为 $1.44/(R_1+RP_1)C$。改变开关 S1 的位置，即可改变振荡频率，

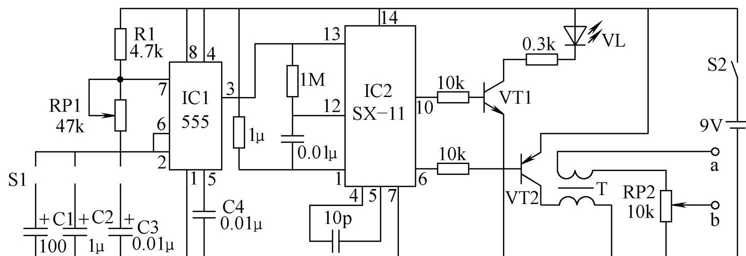


图 10-16　电子治疗仪电路（1）

而频率细调可通过 RP1 实现。IC2 采用声控集成电路 SK-Ⅲ，它由放大整形电路、选频、触发和驱动电路等组成。在本电路中，SK-Ⅲ仅作触发器使用。当 IC1 振荡 3 次（即振荡 3 个周期脉冲）后 IC2 的⑩脚才开通点亮一次 LED 发光管。IC2 的⑥脚输出加至 VT2，经放大后驱动升压变压器升压后再输出脉冲波。

该仪器使用时，只需将图中的电极 a、b 贴在人体受伤的痛处。然后接通电源，再调节脉冲幅度电位器 RP1，使受伤处可以忍受针刺感为止。

226. 穴位探测仪电路

穴位探测仪电路如图 10-17 所示。图中的穴位探测仪有两个探测电极：手极和探针。两个电极均可用 ϕ10mm 的导电片制成。使用时，将穴位探测仪的一个手极握于探测者的手中，另一个探针极触及皮肤的受伤处，当在受伤附近移动探针极接近或触

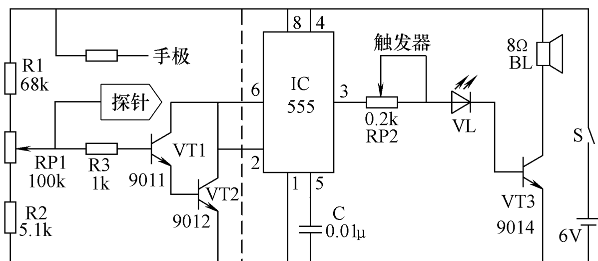


图 10-17　穴位探测仪电路

及到穴位处时，因两极间呈现低阻值，使 VT1、VT2 导通。单稳态 IC555 的②脚呈低电平，其③脚置位成高电平。VT3 导通，LED 和蜂鸣器发出声、光显示信号。一定时间后，声、光即停止，治疗电极即可用于探测到的穴位处进行治疗了。

用电 220V 自动加热，到一定时间自动断电（约 8min）。待热水袋加热后，把它放在身体的痛处即可缓解痛感。若在受伤处多热疗几次，甚至可以消除痛感。

227. 周林频谱仪电路

周林频谱仪是一种治疗、保健的仪器，它能治疗多种疾病，受到用户的欢迎。

本节以 FS84-16P 为例，介绍它的工作原理。供读者参考。

电路如图 10-18 所示。EL 为电源指示灯，S 为定时器，由它控制仪器的工作时间。双向晶闸管 VTH 组成三挡晶闸管调压电路，用琴键开关切换电压。桥式整流电路 VD1 ~ VD4 将 VTH 的输出电压变为脉动直流电。R1、R2 为发热磁管热电阻，调节 VTH 的输出电压，R1、R2 的发热量跟着发生变化，以适应不同患者的需要。

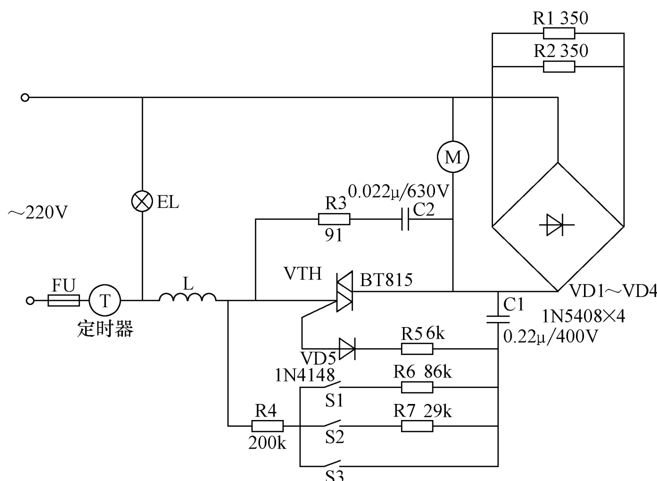


图 10-18　周林频谱仪电路

228. 视力保健电路

接通电源开关 S，VL1 点亮。在环境光照度适合读写时，RG 的阻值较小，VT1 导通，VT2 截止，VL2 不发光，VT3 导通，VL3 点亮；当环境光线较暗、低于读写要求时，RG 的阻值增大使 VT1 截止，VT2 导通，VL2 点亮；同时 VT3 截止，VL3 熄灭。调节 RP 的阻值，可改变光控的灵敏度，如图 10-19 所示。

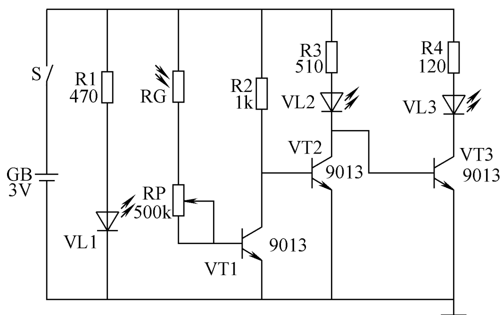


图 10-19　视力保健电路

229. 电子治疗仪电路（2）

市电经变压器降压，再二倍压整流得 40V 直流电；NE555 时基电路发出占空比和频率可调的脉冲信号，调制音乐集成块发出的音乐脉冲信号，然后控制晶闸管调制 40V 直流电，产生 40V 的直流脉冲，经限流后调压输出。电子治疗仪电路如图 10-20 所示。

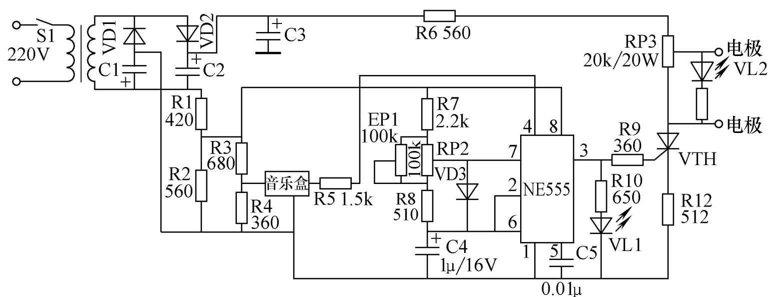


图 10-20　电子治疗仪电路

特点：脉冲信号的占空比和频率连续可调，其输出电压连续可调。其频率和输出电压分别由发光二极管指示。

1）插接 220V 交流电，接通开关 K，即输出调制的音乐脉冲，将输出电压调到最小。输电极用铜片焊接，包上纱布，将输出电极盘上塞上蘸盐水或药水的药棉，吸在患者患部。两电极间距大于 10cm 为好。此为离子电导入治疗。

2）以银针扎入适当穴位，接上电极，适当调节输出电压及输出波形以达到最佳治疗效果。此为电针治疗。

230. 电子催眠电路

电子催眠电路如图 10-21 所示。采用光耦合器 4N25，输出端对输入端无反馈作用，信号只能单向传递的原理，实现光传递控制。光耦合器由发光二极管和光敏晶体管组成。R1、4N25 构成信号控制电路，控制 VT1、VT2、K、Y 组成音频振荡电路。电路正常时，直流输出经 R1 加至 4N25 的①、②脚，发光二极管发光，使⑤、④端导通，VT1 基极零偏而截止，音频振荡器不工作。当 a、b 两端开关 S1 短路时，电压为零，发光二极管不工作，光敏晶体管截止，与 R2 分压，给 VT1 基极提供正向偏流使其导通。VT2 放大管工作，集电极上继电器 K 线圈有电，K 常开触点闭合，发光二极管 VL1、VL2 闪闪发光，音乐片电路工作，奏出一首美妙动听国际名曲，带你走进梦乡。断开 S1 电路又恢复等待状态。电源用双 6V 直流供电。

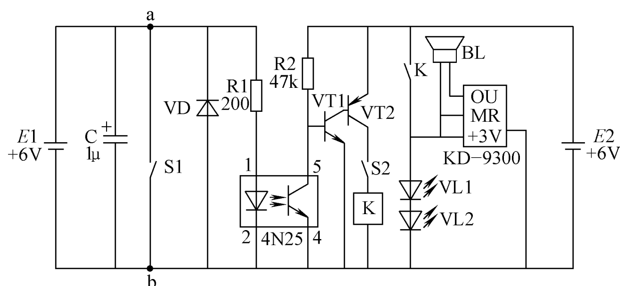


图 10-21　电子催眠电路

231. 护眼电路

护眼电路如图 10-22 所示。IC1 是一个 5 脚单列直插电路模块，其中①～④脚内部相通。图中从外部与之相连。用万用表测量，可证实 IC1 内部是一个整流桥，其②～③脚为交流输入，④脚为整流输出正端，⑤脚为整流输出负端。

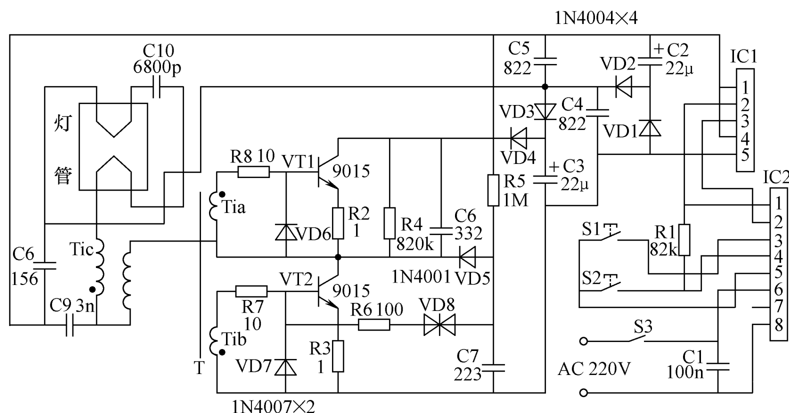


图 10-22　护眼电路

IC2 是一个单列直插电路模块，其作用是调节灯的明暗。S1 和 S2 是调节按钮。用示波器观察，IC2 的①～②脚之间输出的是 100Hz 的脉动电压。调节 S1“强”、S2“弱”按钮开关，IC2 输出波形有明显的变化，同时其蜂-峰值在变化，其变化范围约在 140～180V 之间。C1 的作用是消除灯开关的火花干扰。

VD1～VD4、C2、C3 组成无源功率因数校正电路。测得 C2 和 C3 两端电压都为 106（最暗时）～197V（最亮时），而 C2 正极到 C3 负极之间的直流电压（即整流电路之输出电压），最暗时为 116V，最亮时为 233V。

VT1、VT2 是两个高反压中功率晶体管。这两个晶体管与其外围元件构成振荡电路。在启动电路 R5、C7 及正反馈变压器 T1 等电路的配合下，两个晶体管轮流导通，产生高频高压点亮灯管。

232. 尿液分析电路

尿液的化验分析由扫描系统的运动即通过电动机带动传动机构来完成的。该机的传动齿轮系统正好位于试剂带台下面。由热敏打印机和走纸电动机共同打印化验结果。

走纸电动机两端是 14.5V 工作电压。

图 10-23 中，当微处理器通过接口电路 IC 的⑯脚（控制端）输出低电平时，VT2 截止，VT1 导通，+20V 电压经由 VT1、VD2 和 R3 等元件组成的稳压电路，为热敏打印机提供 18.5V 工作电压。此电压又经由 VT3、VD4、R4、R5 和 RP1 等元件组成的走纸电机稳压电路，为走纸电动机（M）提供 14.5V 工作电压，此时热敏打印头和走纸电动机（M）得电工作。

图 10-23　尿液分析电路

当 IC⑯脚输出高电平时，VT2 导通，VT1 截止，此时热敏打印头和走纸电动机部工作。当 IC⑯脚输出高电平时为 1.4V，输出低电平时为 0V，说明微处理器已发出了正常的控制指令并通过接口电路传输到了控制电路。

在 IC 的⑯脚输出为低电平时，检测 VT2 的 C 极电压为 0V、稳压管 VS 击穿（短路）。更换 VD2 后试机，热敏打印头 18.5V 工作电压恢复正常。

233. 理疗仪电路

电路根据人体固有的频谱，利用热红外辐射方法，照射患者对应相关穴位，产生“内热效应”调节人体生物场，清除微循环障碍，促进新陈代谢，活血化瘀，达到治疗目的。

1）治疗机理频谱仪的加热管 EH1、EH2 为发热元件，模拟人体频谱发生器释放的频谱，激发体内的基本粒子谐振，在病变处产生“内热效应”和生化反应，同时调节人体生物电场来改善病变状况，消除微循环障碍，调节和平衡植物神经系统，促进新陈代谢，使体内组织恢复和再生，从而达到治疗效果。

2）电路工作原理。理疗仪电路如图 10-24 所示。频谱仪电路由电源开关 S1、强弱挡开关 S2、整流半波整流二极管 VD 和两个频谱加热管 EH1、EH2 等组成。频谱仪接入电源合上电源开关 S1 通电后，强弱挡开关 S2 选择适当挡位，则频谱加热管 EH1、EH2 发热。当 S2 置于弱挡时，交流 220V 经二极管 VD 整流输出 0.45×220V = 99V 电压供给 EH1、EH2；当 S2 置于强挡时，交流 220V 直接供给 EH1、EH2（二极管 VD 被开关 S2 触点短接）。

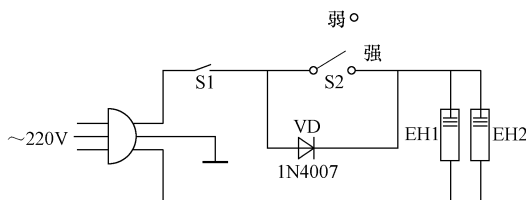


图 10-24　理疗仪电路

频谱加热管 EH1、EH2 是在发热管上涂上一层频谱模拟材料构成。

234. 电子止痛电路

电子止痛电路能产生一定频率的脉冲电流，通过电极作用于人体，刺激经络，达到缓解病人疼痛的目的。

闭合电源开关 SB1。由电阻 R3 和 R10、电容 C5、二极管 VD6 和 VD7 及集成块 IC1 的①、②、③脚等组成，2Hz 低频脉冲发生电路得电工作。IC1⑨脚输出 2Hz 脉冲信号电压，经电阻 R6 至晶体管 VT1 基极，经 VT1、VT2 放大后至脉冲变压器 MT 一次侧。经 MT 升压，二次输出绕组上产生一定幅度的电压间歇脉冲（2Hz），并经输出电极加至患者相应部位。

电位器 RP1 的作用是调节输出强度大小，电阻 R3 和 R5 电容 C4、二极管 VD4 和 VD5 及集成块 IC1 的⑫、⑬、⑥脚等组成 200Hz 脉冲振荡电路。若需要 200Hz 脉冲波，按下输出频率选择开关 SB2，电容 C5 被短路，2Hz 发生电路停止工作。IC1⑨脚输出 200Hz 脉冲经 VT1、VT2 放大后输出连续脉冲波（200Hz）。

IC1 为双时基集成块，其中④、⑭脚为电源端；⑦脚为接地端；⑨脚为输出端。发光二极管 LED 和电阻 R2 组成工作指示电路。在电路正常工作时，LED 随输出脉冲波的高低同步闪烁，如图 10-25 所示。

235. 病房输液加热电路

冬季到来，液体温度较低，与人体的体温 36℃ 温差太大，会导致病人输液时出现疼痛、发冷等不适症状。本例介绍的输液加热电路，可以对输液器加热，使人感到舒适的感觉。

接通电源开关 S，交流 220V 电压经 T 降压、VD1 ~ VD4 整流、C1 滤波后，一路为光耦合器 VLC 内部的发光二极管提供近 18V 直流电压；另一路经 R6 限流及 C7 滤波后，为 IC1 和 IC2 提供工作电源。

无稳态多谐振荡器振荡工作后，从 IC1 的③脚输出方波脉冲信号，该脉冲信号经 C4 和 R4 微分处理后，从 IC2 的④脚和⑫脚输入，触发 IC2 内部的两个单稳态电路，并进行脉冲宽度比较。当 IC2 的⑥脚和⑨脚同时输出高电平时，VD5 和 VD6 截止，VT 导通，VLC 内部的发光二极管点亮，光敏晶体管导通，使 VTH 受触发而导通，EH 通电开始加热。随着药液温度的上升，

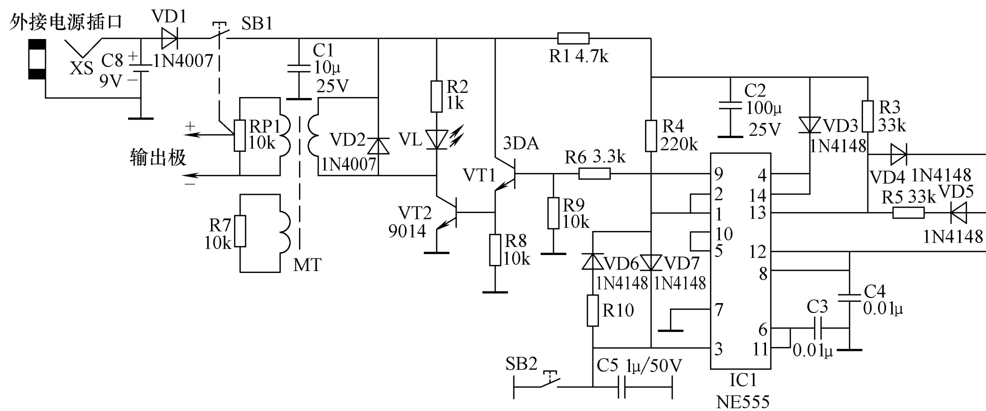


图 10-25　电子止痛电路

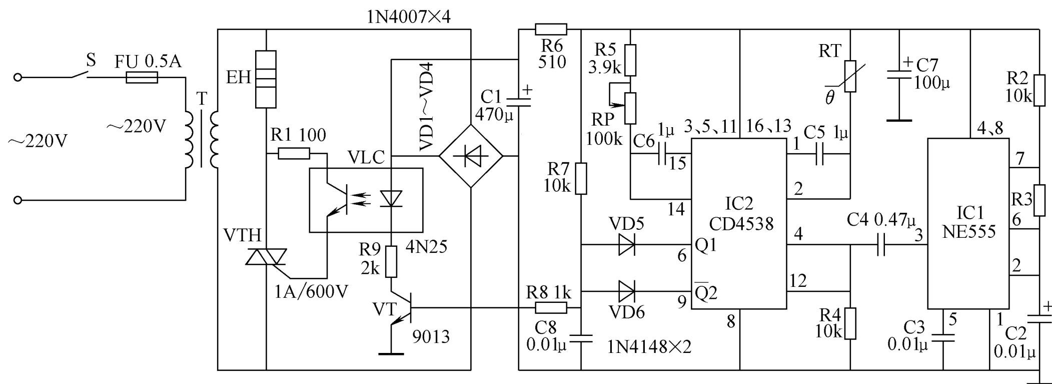


图 10-26　病房输液加热电路

RT 的阻值开始下降，当加热温度达到 RP 的设定温度时，IC2 的⑥脚由高电平变为低电平，VD5 导通，VT 和 VLC、VTH 均截止，EH 停止加热。当药液的温度降至一定值时，IC2 的⑥脚又输出高电平，VD5 截止，VT 和 VLC、VT 又导通，EH 又开始加热。以上过程周而复始地进行，即可使药液的温度恒定在 RP 的设定值附近，如图 10-26 所示。

第 11 章　环境美化电路

236. 冰箱除臭电路

电子式全自动冰箱除臭器利用臭氧（O_3）灭菌、除臭，其效果优于活性炭除剂。冰箱除臭电路如图 11-1 所示，当打开冰箱门时，箱内灯光照射到光电接收管 VD1 时，VT1 导通，+6V 电源经 VT1 加到非门 F1，经 F1 倒相，输出低电平，VD2 正偏导通放掉 C3 上的电荷，F3 输出高电平，VD3 截止。由 F3～F6 组成多谐振荡器起振，产生 1 850Hz 的方波，其中 F4～F6 为并联缓冲输出级。方波信号由 R5 加到 VT2 的基极，由 VT2 放大驱动，加到变压器 T 的一次侧，经变压器升压，输出高压脉冲加到 O_3 管产生臭氧。

当冰箱门关闭时，VD1 无光照而截止，VT1 也截止。C3 开

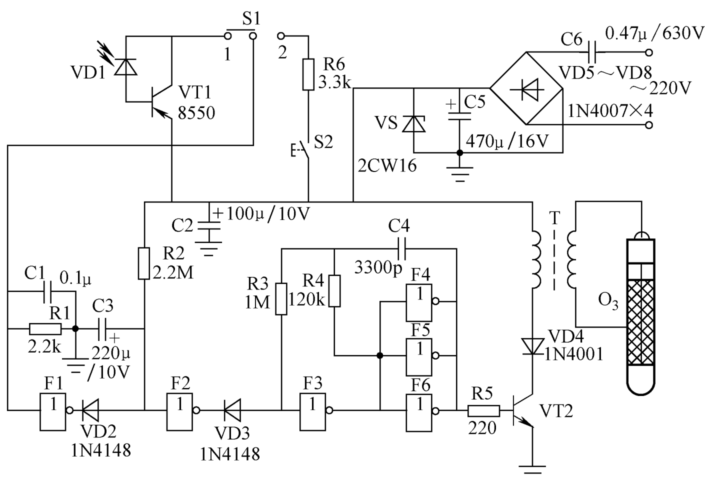


图 11-1　冰箱除臭电路

始通过 R2 缓慢充电。随着 C3 上的电压的升高，大约 6min 后，F2 输出低电平，VD3 导通，多谐振荡器停振。

图 11-1 中 R1、C1 组成抗干扰电路。S2 为手动除臭开关，当 S1 置于触点 2 时，S2 起作用。220V 交流电，经 C6 降压，VD5 ~ VD8 桥式整流，C5 滤波，VD9 稳压，产生 6V 直流电，供给控制和高压脉冲产生电路。

元器件参数及型号如图中所示。其中反相门用六反相器集成电路 CD4069。稳压管 VD9 用 2CW16。

237. 负离子发生器电路

空气中的负离子被人们誉为空气维生素。海滨、瀑布附近，每立方厘米空气中约有 10 000 个负离子，而在一般城市房间中，负离子含量每立方厘米只有 40 ~ 50 个。实验证明，空气中的负离子是使空气产生清新感的重要因素。空气负离子发生器不仅是一种保健器具，而且是一种医疗器具。

这里介绍的负离子发生器采用多倍压升压电路，直接将 220V 交流电升压而得到高压，由放电极放电激发空气产生负离子。该电路具有制作简单、调试容易、质量轻、体积小、耗电省等优点，整机耗电仅 0. 1W 左右。

负离子发生器电路如图 11-2 所示。制作时，电容器耐压不

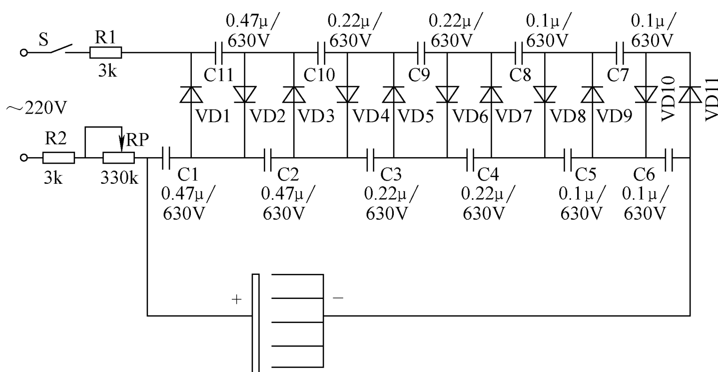


图 11-2　负离子发生器电路

得低于图中所注，二极管可使用 1N4007 高耐压管子。放电极可用铝板与多枚大头针制作。

238. 卫生间自动冲水电路

该电路通过电磁阀定时放水冲厕，白天放水次数多，晚间放水时间隔长，同时还具有手动控制放水功能。它的应用可大大减少公厕用水的浪费现象。

卫生间自动冲水电路如图 11-3 所示，变压器 T、整流桥 VD1 ~ VD4、稳压管 VS、滤波电容 C1 组成 12V 供电电路。555 时基电路起控制作用，它与周围元件构成占空比可自动调整的脉冲信号振荡器。电源接通时，C2 经 R1、VD6 充电，555 的②脚为低电平，③为高电平，电磁阀得电，放水。C2 充电时间为 10s，因而放水时间也为 10s 左右。C2 充电结束，③脚为低电平，VTH 截止。此后，C2 经 VD7、R3、R2 和内部放电管放电。

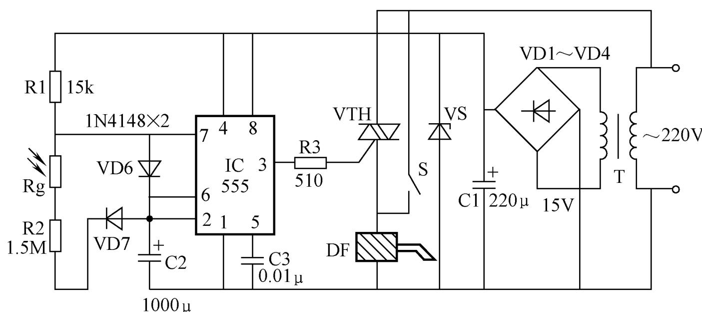


图 11-3　卫生间自动冲水电路

白天有光照，光敏电阻 Rg 阻值为 5kΩ，C2 放电时间为 15min；夜间无光照时，Rg 为 5MΩ，C2 放电时间为 1h，放电结束。③脚又变为高电平，VTH 导通，DF 得电放水，这样周而复始，白天 15min 放水冲厕一次，晚上 1h 冲厕一次，从而达到节水的目的。

图中 S 为手控开关，用来手控放水冲厕。IC 选用 NE555 时基电路，VTH 用 3A/600V 双向晶闸管，Rg 选用 MG-43 型光敏电阻，亮阻为 5kΩ，暗阻为 5MΩ，其他元件如图中所示。

239. 有害气体排除电路

该装置是一种根据环境温度和气味决定排气扇是否工作的自控装置，设定值可以在大范围内连续可调。电路比较简单，制作调试容易，成本较低。

电原理图如图 11-4 所示。S 是气敏传感器，其 A、B 两端的电阻值随周围有害气体的浓度不同而不同。浓度低时，电阻值较大，反之，则较小。运算放大器 A1 构成一个比较器，鉴别气传感器电阻值的大小。当有害气体达到一定浓度时，A1 输出高电平，通过 VD3、R7 触发晶闸管 VTH 导通，排气扇通电工作；而当有害气体的浓度下降到一定程度时，A1 输出低电平，VTH 关闭，排气扇停转。这样，使空气中的有害气体浓度得到控制，同时排气扇不致持续工作。

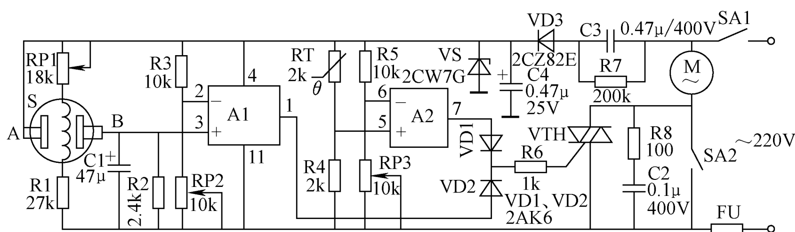


图 11-4 有害气体排除电路

热敏电阻 RT 为温度传感器，RT 的阻值变化反映环境温度变化。A2 的作用与 A1 相似，通过 VD3、R7、VTH 控制排气扇的工作。温度偏高时，排气扇工作；反之，排气扇停转。

电路的直流电源由交流 220V 市电经 C3 降压、VD5 半波整流、C2 滤波和 VD1 稳压处理后供给。R8 是 C2 上电荷释放电阻。

240. 空气自动加湿器电路

自动控制加湿器可用于办公室、家庭的环境湿度控制，也可以用于禽类养殖场的孵化室或幼禽舍湿度控制。当湿度低于 50% 时，能使加湿器自动工作，保持在一定的湿度环境，对人与动物的健康都有好处。

交流 220V 电压一路经 T 降压、UR1 整流、C1 滤波及 IC1 稳压后，产生 +12V 电压供给湿度控制电路，同时将 VL 点亮；另一路经 T 降压、R1 和 R2 限流及 VS1 和 VS2 稳压、削波变成平顶式交流电压。此交流电压经 RP1 调整取样、RS 降压及 UR2 整流变成直流电压，再通过 C3、R3 和 C4 滤波限流后，加至电流表 PA 上。RS 的阻值随着湿度的变化而变化。环境湿度越高，RS 的阻值越小，流过 PA 的直流电流就越大。

在湿度较低时，流过 R4 的电流也较小，IC2 因反相输入端的电压低于正相输入端的基准电压而输出高电平，使 VT 导通，K 吸合，其常开触头接通，使加湿器通电工作。随着空气湿度的不断加大，RS 的阻值也开始逐渐增大，IC2 反相输入端的电压也不断上升。当湿度达到设定湿度时，IC2 因反相输入端电压高于其正相输入端电压而输出低电平，使 VT 截止，K 释放，其常开触头将加湿器的工作电源切断。如此反复地工作，即可使环境湿度控制在设定的湿度范围内，如图 11-5 所示。

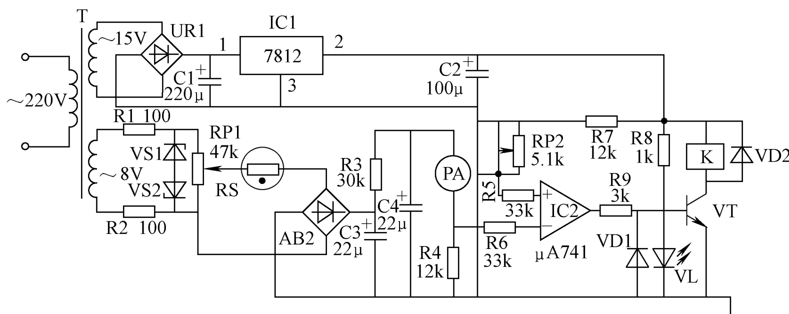


图 11-5　空气自动加湿器电路

241. 电子生日蜡烛电路

图 11-6 所示是电子生日蜡烛的电路原理图。根据生日蜡烛的要求，应在点燃后奏乐、闪烁并能吹灭。为此，用温控开关 S1 控制晶闸管 VTH 的触发回路，点燃的火柴靠近温控开关 St 后，St 受热，其双金属片延伸与静触点接触，触发晶闸管 VTH，VTH 导通后自保，EL 常亮，音乐卡电路通电工作，压电陶瓷片 HTD 放音乐，发光二极管 VL1、VL2、VL3 点亮并随音乐节奏闪烁。开关 S2 是灵敏风动开关，吹口气就能使晶闸管 VTH 因 S2 断开失电而恢复阻断状态。

电子生日蜡烛中开关 S1、S2 需自制，S1 用荧光灯辉光启动器中的氖泡中双金属片改制，S2 用薄磷铜片自制，用厚 0. 15mm 左右 5 ×30（mm）的铜片与一段裸钢丝制作。S1、S2 均装在蜡烛顶部，使燃点及吹灭时逼真。

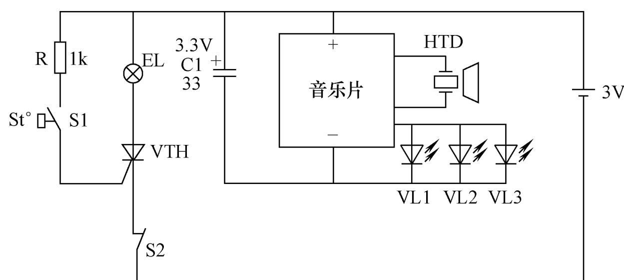


图 11-6　电子生日蜡烛电路

242. 五颜六色闪光装饰电路

如图 11-7 所示，一个具有红、黄、绿、蓝和琥珀五种颜色的闪光装饰品电路，它主要由六个张弛振荡器和六只发光二极管组成。每只发光二极管发光的时间和频率由所对应的张弛振荡器产生的脉冲宽度和频率确定。因为每只振荡器的反馈电阻的阻值都不一样，所以每只发光二极管发光次数、时间、颜色各不尽相同，看起来五彩缤纷，眼花缭乱。

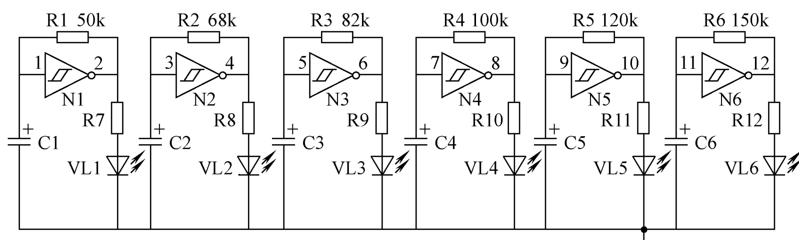


图 11-7　五颜六色闪光装饰电路

图中的六个张弛触发器使用一片集成电路 CC40106 即可。

243. 水壶烧水去污垢电路

使用该水垢清除器时，应将水壶装满淡盐水，然后将电极 A 与水壶的金属外壳连接，电极 B（应使用碳棒等耐腐蚀性电极）用纱布包好后放入水壶中。

接通电源开关 S1 后，交流 220V 电压经 T 降压、UR 整流及 C1 滤波后，产生直流 20V 电压。该电压除供给继电器 K2 外，还经 IC1 进一步稳压为 +12V，作为 IC2、IC3 和 K1 的工作电源。电源电路工作后，VL1 点亮。

按动启动按钮 S2 后，定时器电路工作，IC2 的③脚输出高电平，一方面使 VT2 导通，K2 吸合，其常开触头接通，直流 220V 电压经过 K1 的常闭触头和 K2 的常开触头加在两电极上，对水壶的水进行电解处理；另一方面使多谐振荡器振荡工作（其振荡频率由电容器 C4 的容量值决定），IC3 的③脚输出矩形波振荡信号，VT1 间断导通，使继电器 K1 与其同步吸合与释放，切换两电极上电压的极性。在定时器工作时，定时指示发光二极管 VL2 点亮。

水垢清除器工作 90min 后，定时器停止工作，IC2 的③脚变为低电平，使 VL2 熄灭，VT2 截止，K2 释放（多谐振荡器也停振），切断两电极的电源，除垢结束，如图 11-8 所示。

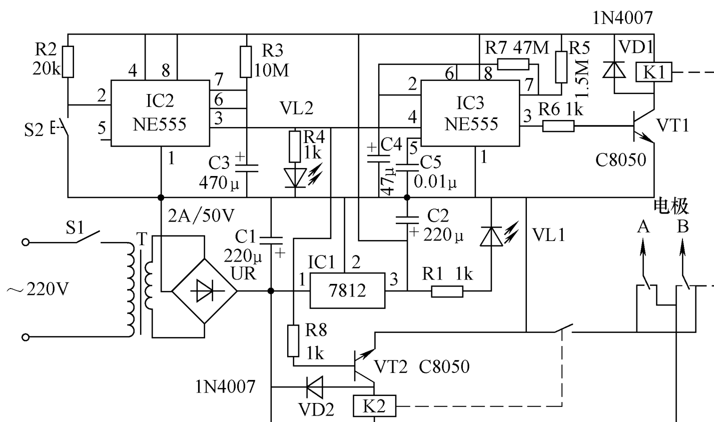


图 11-8　水壶烧水去污垢电路

244. 电子喷泉电路

高频压电陶瓷片产生超声波，水在高频高压超声波的作用下产生空化效应，从而产生喷泉和水雾。

电子喷泉与盆景艺术相结合，可以产生喷云吐雾的效果，使人感觉到了人间“仙境”，同时利用它加热湿气，是干燥地区室内理想的加湿保健工具。

图 11-9 所示为电子喷泉的电原理图，变压器降压，桥式整流得到脉动直流电，供给振荡电路。以 VT、HTD 为核心构成振

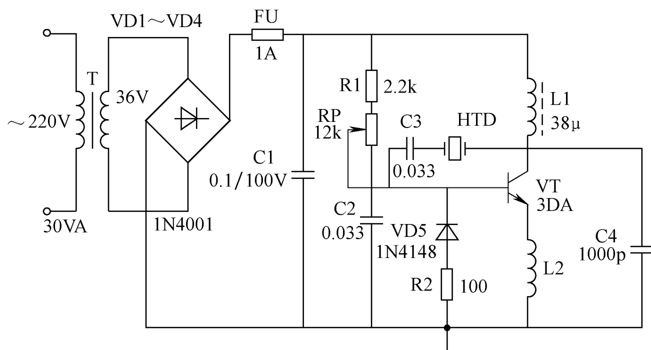


图 11-9　电子喷泉电路

荡电路，振荡频率为压电陶瓷片的谐振频率 1.65MHz，HTD 实际为超声波换能器，工作时它自己产生的超声波使水雾化。

245. 高温杀菌消毒电路

本电路在消毒柜内温度达到所设定的消毒温度（150℃）时，电加热器间歇通电工作，消毒柜内保持恒定高温；当定时时间结束时，加热电路的工作电源自动切断。该消毒柜可用于碗、筷等餐具的消毒灭菌，如图 11-10 所示。

图 11-10　高温杀菌消毒电路

交流 220V 电压经 T 降压、UR 整流、C2 滤波及 IC1 稳压后，产生 +9V 电压，经 K1 的常闭触头加至 VTH 的阳极上。按动电源按钮 S1 后，VTH 受触发而导通，IC2 的工作电源接通，同时 VL1 点亮。再按动起动按钮 S3 时，IC2 因②脚变为低电平而触发翻转，延时电容器 C5 上所充电荷经 IC2 第⑦脚内部的放电电路泄放掉，IC2 的⑥脚由高电平变为低电平，③脚输出高电平，使 K2 吸合，其常开触头接通，电加热器 EH1、EH2 通电工作，同时 VL3 点亮。

当消毒柜内温度达到消毒温度时，温控器内部的控制触头断开，使 EH1 和 EH2 停止加热，同时 VL1 点亮，VL3 熄灭；当消毒柜内温度低于消毒温度时，温控器内部的控制触头又接通，使 EH1 和 EH2 通电加热，VL3 点亮，VL1 熄灭。如此周而复始，

使消毒柜内的温度保持恒定。

在 K2 吸合的同时，+9V 电压经 R6 对 C5 缓慢充电，使 IC2 的⑥脚电压不断上升。当 IC2 的⑥脚电压高于 $2V_{CC}/3$ 时，IC2 内电路触发翻转，③脚变为低电平，使 K2 释放，VL1 和 VL3 熄灭，EH1 和 EH2 的工作电源被切断，消毒过程终止。

在消毒加热过程中，若按动停止按钮 S2，则 K1 吸合，其常闭触头断开，使 VTH 截止，IC2 停止工作。

若温控器失灵，EH1 和 EH2 持续工作，使消毒柜内温度超过 150℃时，FU 将立即熔断，使整个电路停止工作。

246. 燃气烟道式热水器电路

烟道式热水器在质量完全符合国家标准 GB 6932—1994 要求的前提下，结合现代家庭需求及时代发展的审美观，造型大方美观，操作简便，设置多重保护装置，是分别使用天然气、液化石油气及人工煤气为燃料的燃气热水器，它可为沐浴、洗手、洗衣及其他洗涤等快速连续地提供热水。燃气烟道式热水器电路如图 11-11 所示。

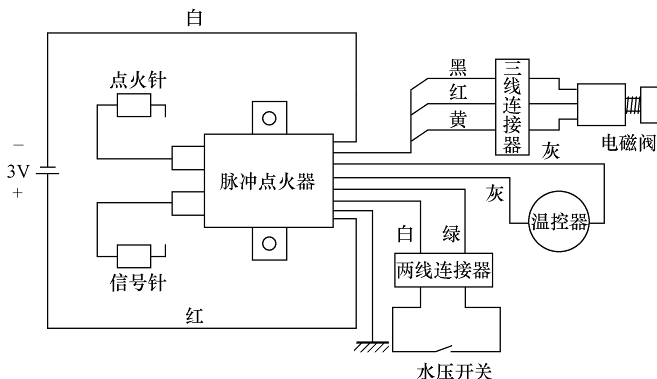


图 11-11　燃气烟道式热水器电路

247. 家用多功能环保器电路

家用多功能环保器的电路如图 11-12 所示。

气敏声光报警：由三端稳压器 7812 输出 12V 的直流电压，

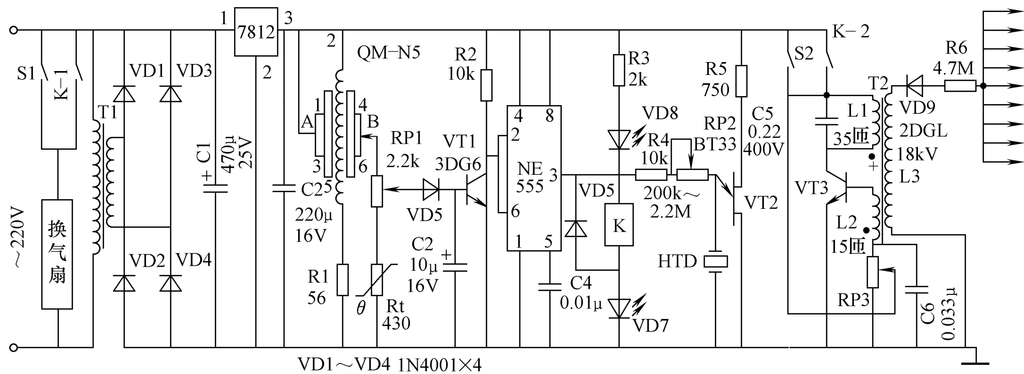


图 11-12　家用多功能环保器电路

以供气敏元件 QM-N5 的加热极。QM-N5 对煤气、液化气、一氧化碳及烟雾很敏感，当室内有害气体的浓度增加到一定程度时，其 A、B 极间的电导率增大，导致 B 点电位升高。该检测信号经延时加至 VT1，使 VT1 饱和导通，此时 NE555 的第②、⑥脚由高电平变为低电平，③脚输出高电平，于是发光管 VD8 熄灭，VD7 亮点。同时以 VT2 等组成的驰张振荡器起振，压电片 HTD 发出有节奏的报警声，完成声光报警。

自动排风换气：在声光报警的同时，继电器动作，此时与换气扇相连的 K-1 吸合进行排风换气。反之，当有害气体的浓度降到一定值时，换气扇自动断电，并解除声光报警。

清新空气的产生：清新的空气是通过开放式负离子发生器产生的。在继电器动作的同时，也使 K-2 吸合，以 VT3 为主组成的多谐振荡器起振，在变压器 T2 的二次侧整流输出负高压，经放电场放电使空气电离。所产生的空气负离子具有捕获飘尘、杀菌和中和有害气体的作用，能使空气清新并有利于健康。放电端采用了开放多板式，以提高负离子的发送率和扩散面积。

该家用多功能环保器的特点是电路比较简单，对所用元器件的要求并不高，然而却有比较好的效果。

248. 水果冷藏保鲜电路

该电路可实现温度的区间性控制，比如使温度在 0～5℃之间周而复始地上下徘徊。上限和下限温度可随意设置，由传感器夹持在温度计玻璃棒上的部位设定。

水果冷藏保鲜电路如图 11-13 所示。其工作原理说明如下：

1）当温度高于 5℃时，上限传感器 VT1 因水银柱挡光而输出高电平；晶体管 VT3 导通，继电器 K 吸合，触点 K 闭合，制冷设置加电制冷。

2）当温度降到 5℃时，上限温度传感器虽输出低电平，但由于 K 闭合，VT2 截止，输出高电平，通过 VD3 使 VT3 保持导通，继续制冷降温。

3）当温度降到低于 0℃时，上、下限温度传感器均输出低

电平，晶体管 VT3 截止，继电器 K 释放，常开触点断开，制冷停止。

4）温度回升后，尽管温度高于 0℃，但由于触点 K 断开，VT2 不能控制 VT3，当温度上升到 5℃时，无光照，输出高电平，VT3 驱动继电器，进而控制制冷设置制冷降温。如此周而复始，使温度控制在 0 ~5℃之间。

制作时，发光管采用 5GL，光电接收管采用 3DU12，继电器采用 JRX-13F，其他元件如图中所示。

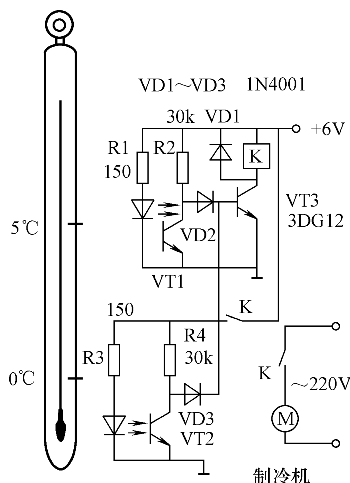


图 11-13　水果冷藏保鲜电路

249. 卫生间排风扇控制电路

交流 220V 电源经 C4 降压、VD1 整流、C3 滤波、VS2 稳压向电路供电。

1）当无人进入卫生间时，场效应晶体管 VT1 的漏极 D 输出低电平，晶体管 VT2 处于截止状态，时基电路 NE555 的②脚为高电平，由 NE555 及外围电路组成的单稳态触发器处于稳态，③脚输出低电平，不能触发双向晶闸管 VTH 导通，排风扇电动机 M 不工作。

2）当有人进入卫生间并靠近感应片 A 时，人体感应使 VT1 的漏极 D 与源极 S 间的阻值迅速增大，VT2 导通，②脚变为低电平，单稳态触发器翻转进入暂稳状态，③脚输出高电平，触发晶闸管 VTH 导通，排风扇得电起动。

3）人走后，经过一段时间（$1.1R_2C_1$）的延时，③脚变为低电平，晶闸管 VTH 截止，排风扇停止运转。

调整 RP 可改变电路的灵敏度，改变电容 C1 或电阻 R2 可改变延时停机时间。卫生间排风扇控制电路如图 11-14 所示。

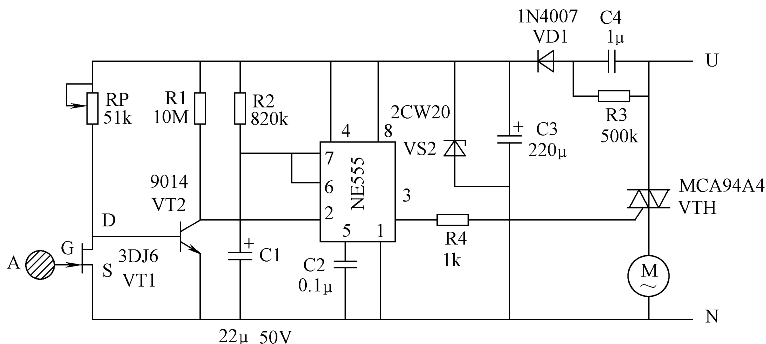


图 11-14　卫生间排风扇控制电路

250. 电子胸花美化电路

如果做一束闪闪发光的胸花戴在胸前，显得更加高雅华贵。

图 11-15 所示是双色互换电子胸花线路。它可以交替发出不同颜色。图示线路是一个多谐振荡器，两只晶体管 VT1 和 VT2 轮流导通，发光二极管也互相轮流导通。发光二极管如需红绿交替，可选用 LED1（红）、LED2（绿），它们的正向工作电流为 5mA，极限工作电流为 20mA，两个晶体管的特性应尽可能一致，β 应大于 80。如果特性不一致，可适当改变 39kΩ 电阻的阻值。

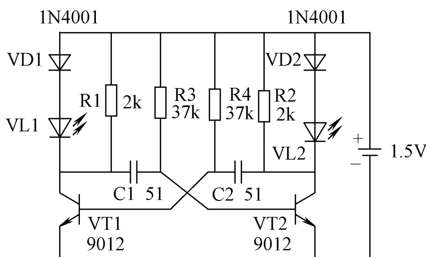


图 11-15　电子胸花美化电路

图示线路的工作电流约 10mA，6s 内每只发光二极管会动约 2 ~6 次。

251. 臭氧消毒电路

为了保持清新的空气，必须对环境定期消毒。

交流 220V 电压经 T1 减压后在绕组 N2、N3 上分别产生交流 12V 电压。绕组 N2 上的交流 12V 经整流桥及 C1 滤波后产生 +12V

电压，作为定时控制电路的工作电源；绕组 N3 上的交流 +12V 电压经 TWH9223 内部的整流、滤波电路处理后，使 TWH9223 内部间歇振荡器振荡工作，在它的二次绕组（绕组 N5）上产生高频脉冲高压，臭氧管 VG 在该脉冲高压的作用下产生臭氧。

消毒时，按一下控制按钮 SB，使 NE555 的③脚输出高电平，K 通电吸合，臭氧发生器电路通电工作，C2 通过 RP 充电。当定时时间结束（C2 两端电压充至 8V 以上）时，NE555 内电路翻转，③脚输出低电平，使 K 释放，臭氧发生器电路断电停止工作。

改变 RP 的阻值，可改变 C2 的充电时间常数，从而改变定时时间的长短。

LED1 为电源指示发光二极管，在 S 接通后点亮；LED2 为工作指示灯，在 K 通电吸合时点亮，如图 11-16 所示。

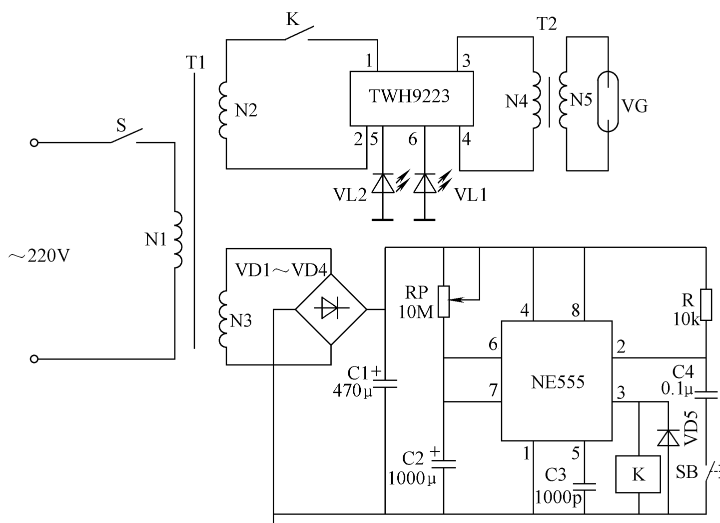


图 11-16　臭氧消毒电路

252. 净化空气换气扇电路

给普通换气扇加装一套自控装置就成为自控换气扇。这套装置在感受到炒菜油烟、香烟雾等有刺激性气体时，能够自动接通

换气扇的电源，待将厨房内的污浊空气抽净后，又能自动关闭。

图 11-17 所示是换气扇自控部分的电路图。电路由一级差分放大器和继电器控制电路构成。传感器件采用 HQ-2 型气敏半导体传感器，它具有灵敏度高、响应和恢复时间短、电导率变化大、稳定性好等优点，对于有毒及可燃性气体，如一氧化碳、天然气及烟雾等都具有较高的灵敏度。HQ-2 型气敏半导体器件在使用时需用 5V 左右的电压加热灯丝（灯丝电流约为 130 ~ 180mA），所以电路中的电源变压器次级有两组绕组，一组输出电压为 8V，用以加热气敏半导体器件的灯丝；另一组输出电压为 12V，经整流后作为电路的工作电源。

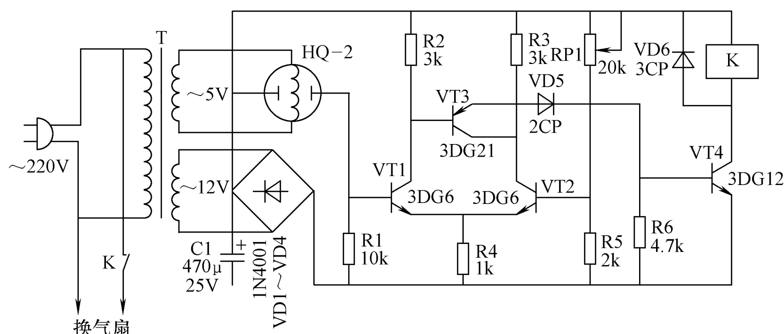


图 11-17　净化空气换气扇电路

差分放大器由晶体管 VT1 和 VT2 构成，HQ-2 与 R1、RP1、VT3 共同构成了差分放大器的输入电桥。平时调整 RP1 使差分放大器输出负压（即 VT1 的集电极电压高于 VT2 的集电极电压）。由于晶体管 VT3 的发射结接在差分放大器的输出端，这个输出负压使 VT3 截止，此时，VT3 集电极中无电流流过，VT4 也截止，继电器不吸合。

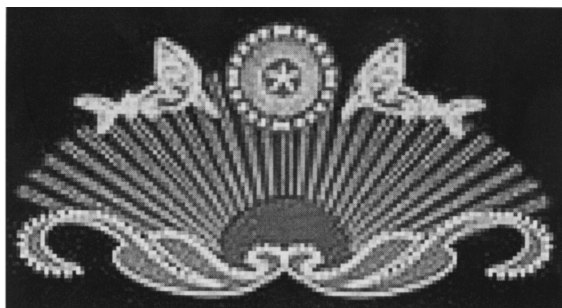
当 HQ-2 感受到烟雾等有害气体时，两个测量电极间的电阻值将要变小（阻值变小的程度与有害气体的浓度成正比）。此时差分放大器的输入电桥改变了原来的状态，于是 VT1 的集电极电位开始下降，VT2 的集电极电位将要上升。

当室内有害气体的浓度积累到一定程度，差分放大器的输出电压变为正压（即 VT2 的集电极电压高于 VT1 的集电极电压）并且增大到一定程度时，晶体管 VT3 饱和导通。于是电阻 R6 上的电压增高，VT4 也饱和导通，继电器吸合，将换气扇的电源接通。

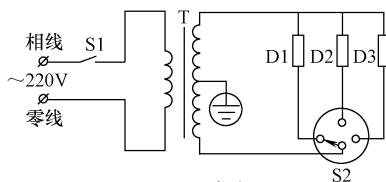
随着室内的污浊空气被抽排干净，HQ-2 的两个测量极间的电阻又逐渐增大。当阻值增至一定程度，将使 VT3 又退出饱和而转为截止，此时 VT4 也截止，继电器 K 因断电而释放，电风扇停止。

253. 霓虹灯环保美化电路

有一种为低压滚筒，它是由交流电动机、圆筒、活动导和固定触头等组成，当交流电动机通电带动圆筒转动时，安圆筒上的导电片依次与固定触头接触，接通对应的霓虹灯和电源，从而得到各种不同的明暗变化图案，美化环境。这种方法应用它可控制多台霓虹灯变压器供大幅图案变化用，其电路如图 11-18 所示。



a) 外形



b) 电路

图 11-18　霓虹灯环境美化电路

第 12 章　工业电子电路

254. 织布机电路

该织布机节电控制器电路由控制开关 SB1、起动按钮 SB2、交流接触器 KM、热继电器 FR、继电器 K、电阻器 R、电容器 C、整流二极管 VD 和微动开关 SB3 组成，如图 12-1 所示。

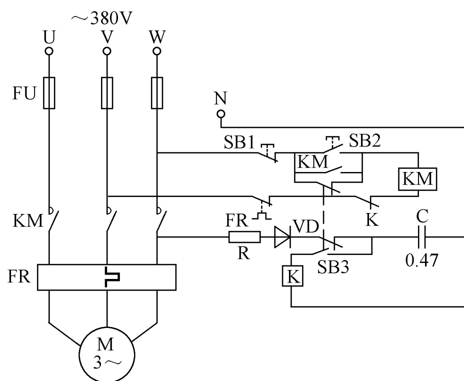


图 12-1　织布机电路

按动一下起动按钮 SB2，交流接触器 KM 通电吸合并自锁，电动机 M 通电运转。将织布机的开停车手柄置于开车位置时，微动开关 SB3 的两组常闭触头接通，常开触头断开，K 处于释放状态，C 通过 SB3 的常闭触头、VD 和 R 充电。

当织布机因故自动停车（例如出现断经或缺纬）时，开停车手柄在离合器的作用下自动复位，微动开关受离合器连杆的触动而动作，其常闭触头断开，常开触头接通，C 通过 SB3 的常开触头对 K 放电，使 K 短暂吸合，K 的常闭触头断开，KM 释放，M 的工作电源被切断。操作开停车手柄或按动起动按钮 SB2 时，M 可再次通电运转。

255. 工业常用点火电路

该工业用电子点火器电路由电源电路、起动点火控制电路和升压点火电路组成，如图 12-2 所示。

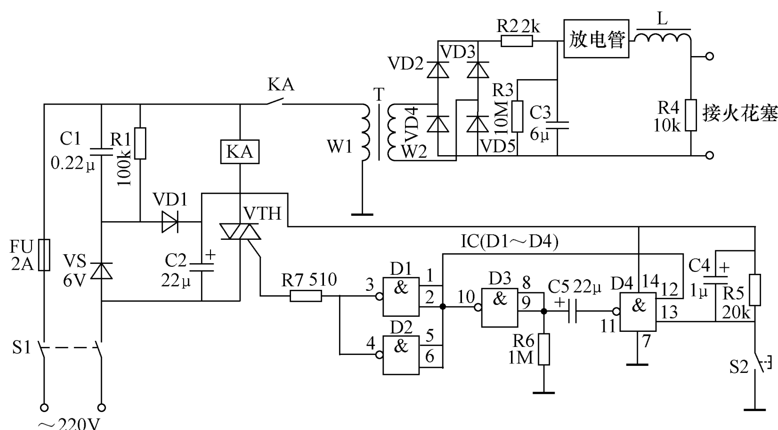


图 12-2　工业常用点火电路

接通电源开关 S1，交流 220V 电压经 C1 降压、VS 稳压、VD1 整流及 C2 滤波后，为 IC 提供 6V 直流工作电压。

按下点火控制按钮 S2 时，C5 开始充电，与非门 D3 输出低电平，D1 和 D2 输出高电平，使 VT 受触发导通，KA 通电吸合，其常开触头接通升压点火电路的工作电源。交流 220V 电压经 T 升压、VD2 ~ VD5 整流后，通过 R2 对 C3 充电。当 C3 两端电压达到放电管的击穿电压时，放电管击穿，C3 上所储存的电能经放电管和电感线圈 L 加至火花塞上，通过火花塞产生放电火花，将燃油或燃气点燃。

当 C5 充满电（约 12s）时，与非门 D3 输出高电平，D1 和 D2 输出低电平，VT 在交流电过零时截止，KA 释放，将升压点火电路的工作电源切断。

256. 化学制剂搅拌机电路

化学制剂搅拌机电路具有调速搅拌、调温和定时报警等功能，可应用于化工、钢铁等行业。

接通电源开关 S1，交流 220V 电压经 T 降压后，在 W2 ~ W5 绕组上产生 3 组交流电压。W3 绕组上的交流电压经 UR1 整流、C2 滤波后，为定时控制电路、延时报警电路和温度控制电路提供 +12V 工作电源。

接通定时器 Q1 后，继电器 K1 通电吸合，K1-1 和 K1-2 的常闭触头断开，常开触头接通，C4 充电。

接通 S2 后，T 的 W2 绕组上产生的交流电压经 VD3 整流及 RP1 限流降压后供给搅拌电动机 M，M 驱动搅拌叶进入搅拌工作状态。

接通 S3 后，VT3 导通，K3 通电吸合，其常开触头接通，T 的 W4、W5 绕组产生的交流电压经 C1 和 RP2 限流、UR2 整流后，通过 K3 的常开触头和 S3-1、RP3 为 VT 提供触发电压，使 VT 导通，交流 220V 电压经 UR3 和 VT 为电热器 EH 提供工作电压。

调节 RP1 的阻值，可改变 M 工作电压的高低，从而改变搅拌速度的快慢，达到无级调速的目的。调节 RP2 和 RP3 的阻值，可改变 VT 的导通角，从而改变 EH 工作电压的高低，达到无级调温的目的。

在加热温度低于电接点温度计 Q2 设定的控制温度值时，Q2 的电热触头处于断开状态，VD2 截止。当加热温度达到 Q2 设定的控制温度后，Q2 的电热触头接通，使 VT2 导通，VT3 截止，K3 释放，VT 截止，EH 断电停止加热。同时 VT4 导通，VT5 截止，EL3 点亮，EL4 熄灭，从而达到自动控温的目的。

当定时器 Q1 的定时时间结束时，Q1 的控制触头断开，使 K1 释放，K1-1 和 K1-2 的常开触头断开，常闭触头接通，M 断电停止搅拌；同时 C4 通过 R3 对 VT1 放电，使 VT1 饱和导通，K2 通电吸合，K2 的常开触头接通，蜂鸣器 HA 发出报警声，提醒工作人员定时加热搅拌时间已结束。当 C4 放电至一定值时，VT1 截止，K2 释放，HA 停止发声，如图

12-3 所示。

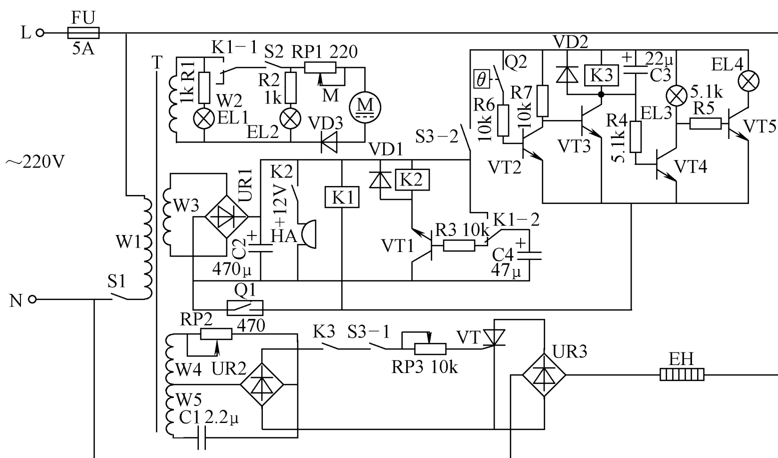


图 12-3　化学制剂搅拌机电路

257. 织袜机故障停车电路

织袜机故障停车电路如图 12-4 所示，VT1 和 VT2 组成双稳

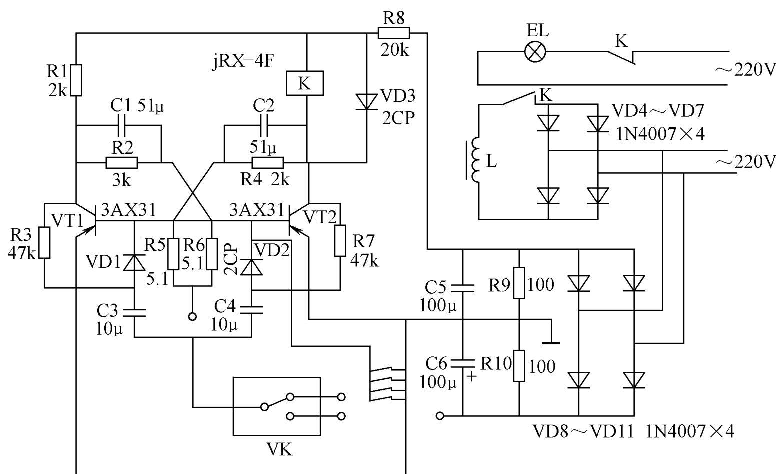


图 12-4　织袜机故障停车电路

态，由于 R1 和 R4 的阻值不同，基极上加的偏压不相等，所以在接通电源后，VT1 导通，VT2 截止，继电器 K 不吸合，从而电磁离合器 DL 与直流电源不接通，指示灯亮，表示袜机尚未运转（因该机器是先接通电源使电动机运转而后通过电磁离合器带动袜机运转的）。

而后按动微动开关 VK，输入一正脉冲，使触发器翻转，VT1 截止，VT2 导通，K 通电，DL 与直流电源接通，袜机便开始运转，指示灯熄灭。

当有断纱或坏针等故障发生时，工艺接触点接通，将 VT2 的基极与发射极短路，VT2 由导通变截止，K 继电器断电，电磁离合器与电源断开，袜机停止运转，指示灯亮，表示有故障。

当故障排除后，可按一下微动开关 VK，输入一个正脉冲，使导通管 VT1 又恢复截止状态，VT2 又恢复导通状态，袜机也恢复运转。如果人为要袜机断续运转（即一开一停），可将微动开关 VK 连续按动，使触发器连续翻转，以便达到袜机运行的目的。

258. 平网印花机信号联络电路

平网印花机的印花单元与中央控制单元采用 RS 323C 标准，印花单元向主机发送信息。平网印花机信号联络电路如图 12-5 所示。数据由芯片 8251A 的⑲引脚发出，假设发出高电平，则 VT4、VT5、VT6 导通，印花单元向主机发送出 -10V 的电平信号；若发出低电平信号，则 VT4、VT5、VT6 关断，VT2、VT3 导通，印花单元向主机发送出 +10V 的电平信号。

在印花单元复位或不发出信号时 VT4 导通，这时，各晶体管关断，印花单元相对主机呈高阻态。当印花单元从主机接收信息时，信号由 RXD 接收，经电阻 R2（10kΩ）限流，送至施密特与非门 74LS132 反向后，到达 8251A 的③脚读入。这样就完成了与中央控制单元的通信。

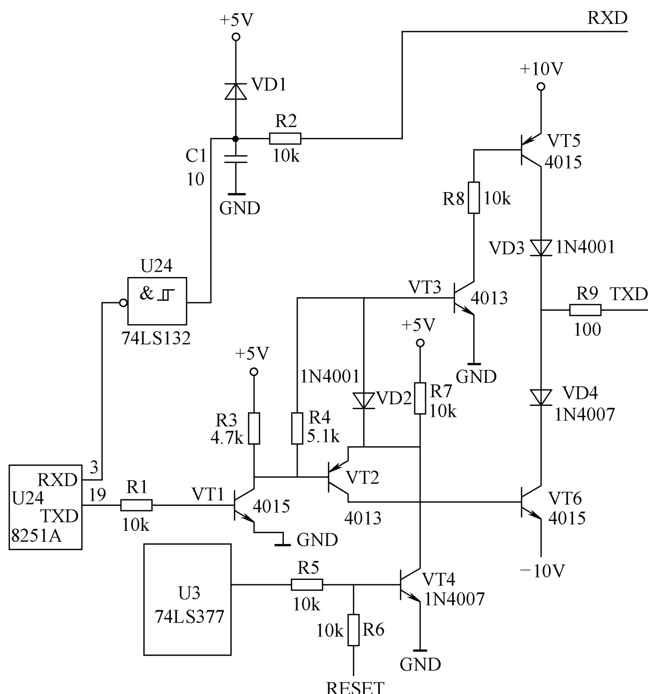


图 12-5　平网印花机信号联络电路

259. 炉温调节电路

电炉是纯电阻负载，主电路由两只晶闸管反向并联后串入炉丝电路。

温度测量及自动调节电路的工作情况：R1、R2、R3、R4 组成差动放大器的两只晶体管的分压式偏置电路，同时这四只电阻又是测量桥的四个桥臂。其中 R4 为铂电阻，它的阻值随温度的升高而增大，随温度的降低而减小，它还是放入电炉中的测温元件。改变电位器 RP 的阻值可以给定一个炉温。当炉温与给定温度相比偏低时，R4 阻值减小，电桥失去平衡，VT2 基极电位下降，集电极电流减小。由于两管的集电极电流都流过发射极电阻（1kΩ），因而两管的射极电位下降，VT1 的集电极电流增大，集

电极电位下降，充电回路中的晶体管 3AX31 的基极电位下降，充电电流增大，使触发脉冲提前，晶闸管的导通角增大，炉温上升。当温度偏高时，一切变化与上述相反。因此可利用差动放大器达到自动调节炉温的目的，如图 12-6 所示。

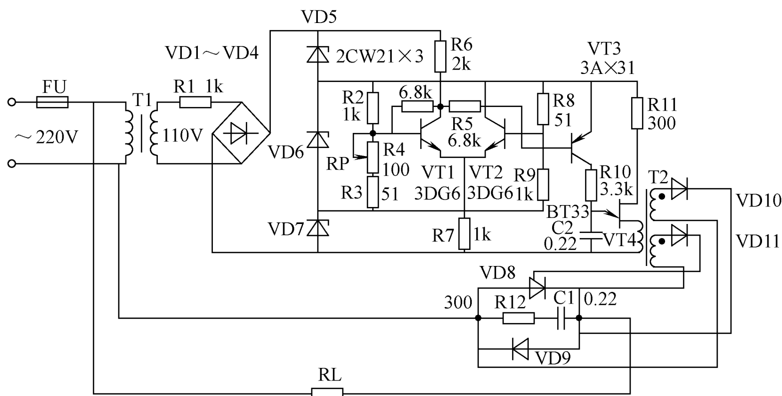


图 12-6　炉温调节电路

260. 水塔自动供水电路

在水源足够时使水塔中水保持稳定，而在水源不足时水泵停止抽水，避免空抽现象。本电路简单，制作调试容易。

该装置的电原理图如图 12-7 所示。当水塔水位在 A 点以上时，A、C 间电阻较小，VT3 饱和导通，K 吸合，KM 释放，水

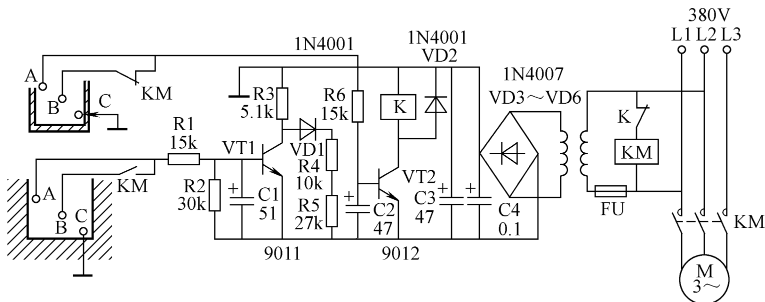


图 12-7　水塔自动供水电路

泵电动机停电；水泵不抽水，同时接触器的常闭触点 KM 闭合；在水塔中水位下降到 A 点以下和 B 点以上时，由于 KM 闭合，维持 VT3 导通，水泵仍不抽水；而在水塔中水位降到 C 点以下时，A、B 间和 B、C 间均为大电阻，VT3 截止，K 释放，继电器的常闭触点 K 闭合，KM 吸合，水泵抽水，同时 KM 断开；水塔中的水位逐渐上升，达到 B 点时，因 KM 断开，VT3 仍截止，水泵继续抽水；而当水位上升到 A 点时，情况如前，水泵停止抽水。

水井中的水位在 A 点以上，或者水泵抽水（KM 闭合）使水井中的水位在 B 点以上时，R1 对地间的电阻较小，VT1 饱和，VT2 截止，对 VT3 的工作没有影响。但水井中水位低于 C 点时，R1 对地电阻很大，VT1 截止，VT1 的集电极为高电平，VT2 导通，迫使水泵停转。因 KM 断开，水井中的水位只有上升到 A 点以上时，VT1 饱和，水泵才能根据水塔中的水位情况工作。

261. 塑料热合机电路

本装置适于聚乙烯塑料袋口热合封口，功率约 40W，制作成本 4 ~7 元，可供家庭、小店、小厂家使用。

该电路构思独特，设计简洁，使用它能够对不同厚度的塑料材料实施定时加热。塑料热合机电路如图 12-8 所示，VD1、C1 构成整流滤波电路，得到 300V 的直流电压。R1、R2 降压得到 24V 的直流电压，供定时控制电路使用。SB 闭合，继电器 KA 得电，KA 闭合，经变压器 T 降压，电加热丝得电，开始升温加热。

与此同时，C2 由 R3、RP 开始充电，随着 C 两端电压的上升，VT 开始导通，电压上升到一定程度，稳压管导通，晶闸管 VTH 导通。由于 VTH 的导通，使继电器线圈短路失电，KA 断开，电热丝失电而停止加热，完成一次定时加热过程，调整 RP 可改变定时加热的时间，以适应不同厚度的材料。

LED 直接串在继电器绕组回路中，用于工作状态指示，加热时亮，不加热时熄灭。制作时，双向晶闸管选用 1A/400V，

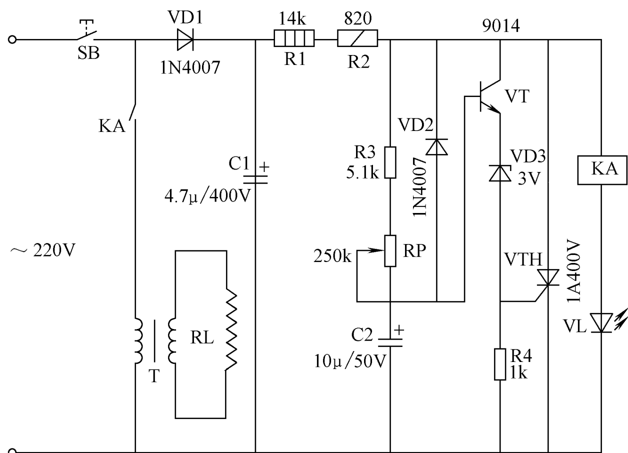


图 12-8　塑料热合机电路

稳压管 VD2 用 2～3V 管，晶体管用 9014，其他元件如图 12-8 所示，必要时根据需要作适当调整。

262. 塑料袋封口机电路

图 12-9 所示为塑料袋封口机控制线路，通过 NE555 时基集成电路接成单稳态延时线路，来控制电热元件的通电时间和被热合塑料的固化时间。在封口机的胶木压板上嵌入永久磁钢，贴近固定台板下安装干簧管 KR。

接通电源，电源指示灯 EL1（绿）亮。变压器 T 的 L1 输出

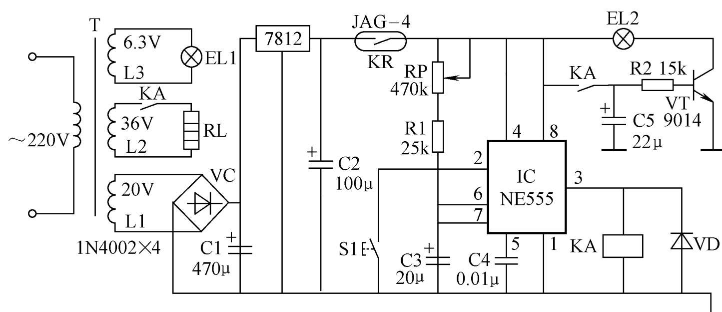


图 12-9　塑料袋封口机电路

电压经 VC 整流、三端稳压器 7812 稳压及 C1、C2 滤波，得到 12V 直流电压。当封口机的胶木压板压下时，嵌在压板上的永久磁钢靠近装在固定台板下的干簧管 KR，干簧管常开触点闭合，接通 555 时基集成电路 IC 的电源，进入准备状态。按下微动开关 S1，IC 进入暂态，③脚为高电平，继电器 KA 得电吸合，其常开触点闭合，电热片 RL 得电加热，热合塑料袋袋口。同时，继电器 KA 的另一常开触点闭合，使晶体管 VT 导通，加热定时指示灯 EL2（红）亮，同时也给 C5 充电。延时结束，IC 组成的单稳态电路翻转，又进入稳态，继电器 KA 失电释放，电热片 RL 失电，停止对塑料袋袋口加热。

塑料袋袋口热合后，不能马上拉起，须有几秒的固化过程，以防焊缝撕裂。设置 VT、C5 就是为了在 RL 停止加热后，给正在热合的塑料固化时间。当 KA 失电释放，其常开触点断开，便切断 VT 基极供电线路，这时 C5 放电，继续维持 VT 的基极电流，红灯继续亮。几秒后 C5 放电完毕，红灯熄灭时放松、拉起胶木压板，永久磁钢也随之离开，干簧管 KR 常开触点复位，IC 失电而停止工作。

263. 晶闸管构成的塑料封口机电路

图 12-10 所示是由单向晶闸管构成的塑料封口机电路，适用于塑料生产企业对塑料件进行封口。

图 12-10　晶闸管构成的塑料封口机电路

（1）塑料封口过程

当 SA1 闭合的瞬间，控制电路得电，R2 电阻降压后的

+24V直流电压通过 R3、RP1 对 C2 进行充电，由于 C2 上的电压不会突变，C2 相当于短路状态，使 VT1 基极等效于接地，故 VT1 不会工作，发射极无电流，R4 两端无电压产生，VTH 无触发电压而不会导通。这样，R2 电阻降压后的+24V 电压加到 KA 继电器线圈与发光二极管 LED1 串联电路上，使 LED1 导通发光，以示塑料封口机进入封口工作状态；同时，KA 继电器线圈中的电流通路形成而吸合，其常开触点 KA1 闭合后，为降压变压器 T1 提供 110V 交流电压，由其降压后驱动电热丝发热进行塑料封口。

（2） VTH 导通过程

随着 C2 电容上充电电荷的逐渐增加，其上的端电压逐渐上升。当该电压达到一定值时，就会使 VT1 导通，+24V 电压就会经 VT1 导通的 c-e 结使 VD3 齐纳击穿，进而在 R4 两端产生压降，触发 VTH 导通，使 KA 继电器线圈与 LED1 串联电路的两端被短路，KA 线圈和 LED1 均失电，KA1 断开，电热丝失电停止加热，只有 SA1 断开时 VTH 才会停止导通。

当 VTH 导通以后，C2 立即经 VD2、VTH 迅速放电，为下一次使用做好准备。

VD2 构成 C2 的放电通路，VD3 用于提高 VT1 射极电位，相应抬高 VT1 导通所需基极电压，消除 C2 残留电荷的干扰，另外，使 VTH 所得触发信号迅速达到设定值，二者均可提高电路工作的可靠性。

提示：调整 RP1 可改变 RC 时间常数，进而会使 VT1 延迟导通的时间改变，由此就改变了电热丝通电加热的时间，从而适应不同厚度材料封口的需要。

264. 开关信号输入接口电路

图 12-11 所示为实现 4 路过程开关信号和 4 路系统设置开关信号输入接口电路原理图。过程开关或电平信号通过光隔离器 IC1（TLP-521—4）进行电平变换后，与系统设置开关信号一起进入三态隔离缓冲器 IC2（74LS244）中，通过地址接口控制与

图 12-11　开关信号输入接口电路

数据总线相连接。CPU 需执行一条接口输入指令，即可通过总线隔离器将 P0 ~ P3 和 S0 ~ S3 的 8 个开关信号的状态读入。在计算机控制系统中，需要设计的系统设置开关有“硬手动—软手动开关”、“正反作用控制开关”、“控制方式选择开关”等。

265. 开关信号输出接口电路

图 12-12 所示为开关信号输出接口的逻辑电路图。CPU 只需执行一条输出指令，即可把逻辑数字信号写入到输出锁存器 IC2（74LS273）中，其锁存器的锁存控制信号由地址线通过 IC1 译

图 12-12　开关信号输出接口的逻辑电路图

码器输出与$\overline{WR}$信号相或后得到。锁存器的输出通过 IC3 和 IC4 使发光二极管 LED 亮或灭。对应的输出位 D_i 为“1”时，发光二极管亮，反之为“0”时，发光二极管灭，以此指示计算机控制系统的运行状态。系统工作状态常需要设置的有手动状态“M”、自动状态“A”、串级（外给定）状态“C”、故障状态“F”等。系统信号报警状态常需要设置的有信号低报警状态“AL”和信号高报警状态“AH”，其“F”、“AH”和“AL”信号通过光隔离功率放大器输出，以便能驱动更大功率的开关执行器报警（如声报警等）。没有连接 LED 的输出可作逻辑控制输出接口使用。

光隔离功率放大器已有集成电路，常用的光隔离功率输出器件 MOC 系列有两种输入电平（集电极开路电平和 TTL 电平）的接口电路图，可作为开关输出接口的隔离功率驱动器，在图 12-12中应采用集电极开路电平输入的电路。如果驱动能力还不能满足开关执行器的要求，可在后面增加更大的功率放大电路。

266. 造纸印刷应用电路

本例介绍一种纸张厚度测量电路，它可广泛应用于造纸、印刷等行业的自动控制电路，如图 12-13 所示。

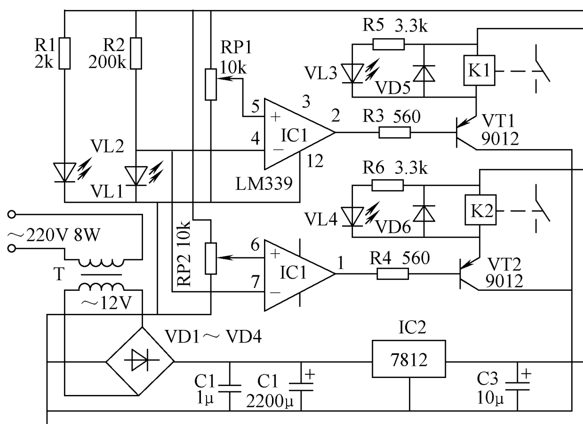


图 12-13　纸张厚度测量电路

该纸张厚度测量电路由电源电路、红外检测电路和控制执行电路组成。

红外线发射管 VL1 发出的红外光透过纸张后，被光敏二极管 VL2 接收。当纸张较厚时，透射后的光线强度较弱，VL2 的导通能力较弱，导通内阻较大，使 IC1 的④脚、⑦脚电压变高，当两脚电压超过⑤脚的基准电压时，②脚输出低电平，使晶体管 VT1 导通，发光二极管 VL3 点亮，继电器 K1 动作，使控制纸张较厚的电路工作。反之，纸张较薄时，IC1 的⑦脚、④脚电压变低，当两脚电压低于⑥脚的基准电压时，①脚输出低电平，使晶体管 VT2 导通，发光二极管 VL4 点亮，继电器 K2 动作，使控制纸张较薄的电路工作。

IC1 的⑤脚、⑥脚的电压分别由电位器 RP1 和 RP2 调节。

267. 交通路口彩灯转换电路

当我们迈步在大街上的时候，一定要注意红绿灯，遵守交通规则。你知道红黄绿三种颜色的灯是如何转换的吗？电路如图 12-14 所示。

多谐振荡器通电后振荡工作，为 IC1 的⑭脚提供计数脉冲。该计数脉冲经 IC1 计数分频处理后，从其各输出端依次轮流输出高电平，通过非门 D4 ~ D6 使晶闸管 VT1 ~ VT3 轮流导通，EL1 ~ EL3 轮流点亮。

（1）黄色灯 EL2 点亮

当 ICl 的③脚（Y0 端）或①脚（Y5 端）输出高电平时，非门 D5 输出低电平，使 VT2 受触发导通，黄色灯 EL2 点亮，此时非门 D4 和 D6 输出高电平，VT1 和 VT3 截止，红色灯 EL1 和绿色灯 EL3 不亮。

（2）红灯 EL1 点亮

当 IC1 的②脚、④脚、⑦脚和⑩脚（Y1 ~ Y4 端）输出高电平时，非门 D4 输出低电平，使 VTH1 受触发导通，VTH2 和 VTH3 截止，红灯 EL1 点亮。

（3）绿色灯 EL3 点亮

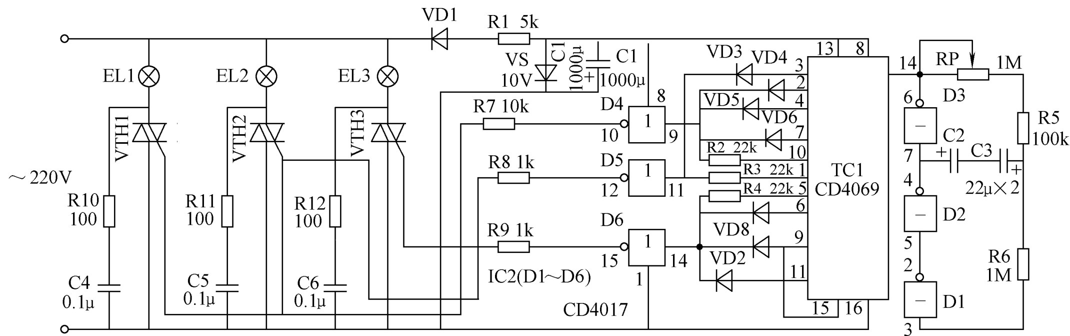


图 12-14　红黄绿交通灯控制电路

当 IC1 的⑤脚、⑥脚、⑨脚和⑪脚（Y6 ~ Y9 端）输出高电平时，非门 D6 输出低电平，使 VTH3 受触发而导通，绿色灯 EL3 点亮。

调节 RP 的阻值，可改变多谐振荡器的振荡周期，调整范围为 1 ~ 10。

268. 印刷厂速印机电路

速印机控制电路原理如图 12-15 所示。该机采用 200V 50W 直流并激式电动机作动力驱动，电源直接采用交流 220V，经 VD1 ~ VD4 桥式整流为直流电。通过调节晶闸管 RP 的导通角，进而控制输入电动机 M 转子的直流脉动电流的大小，从而调节电动机转速控制印刷速度。C1、RP、VD7 和电垛子绕组为充电回路，调节 RP 的阻值可改变充电时间常数，配合触发二极管 VD9，可改变 VTH 的导通角。VD5、VD6、VD7、VD8 为电路元器件保护二极管，防止电动机转子电刷火花和定子线圈断电时的自感电压对其他元件的损害。

图 12-15　印刷厂速印机电路

电路中，VTH 可用 3A 600V 单向晶闸管，整流及保护二极管均用 1N4007，C1 用 0.22μF/60V 电容器，C2 用 0.33μF 400V 电容器，R1、R2 取 1.5kΩ，RP 用 100kΩ 带开关电位器，VD9 用 DB3 双向触发二极管，20V 左右。

269. 微波控制电路

微波控制开关是根据多普勒效应进行工作的：由本机振荡电路产生一个固定的高频信号（一般为 400 ~ 800MHz），经天线辐射到周围空间，当天线附近一定距离内有物体运动时，高频信号就会被运动物体发射回来再被天线接收，使原振荡电路的振荡频率和信号幅度产生变化，此变化信号经积分、放大、比较等处理后形成控制信号，使控制执行电路动作，达到自动控制的目的。该控制开关可用于对防盗报警器或照明灯的控制。

VT1 在 C1 的正反馈作用下产生自激振荡，振荡产生的高频电磁波由天线辐射到周围空间，在天线四周产生一个立体的微波场。当有物体在此微波场运动时，物体运动所反射的电磁波就被天线接收，使 VT1 自激振荡的幅度和频率发生变化，此变化经过由 R2、C3 组成的积分电路变成随物体移动而波动的电压信号，该电压信号经 VT2 放大后，在 VT2 的集电极上产生 2.5 ~ 6.7V 的变化电压（电压的变化与物体移动的速度及距天线的距离成正比）。此变化的电压经 IC 比较处理后，产生控制高电平，使 VT3 导通，K 吸合，受控电路（报警器或照明灯等）通电工作。调整 C1 的容量，可以改变自激振荡器的工作频率。调整 RP1 和 RP2 的阻值，可以改变微波控制开关动作的灵敏度，如图 12-16 所示。

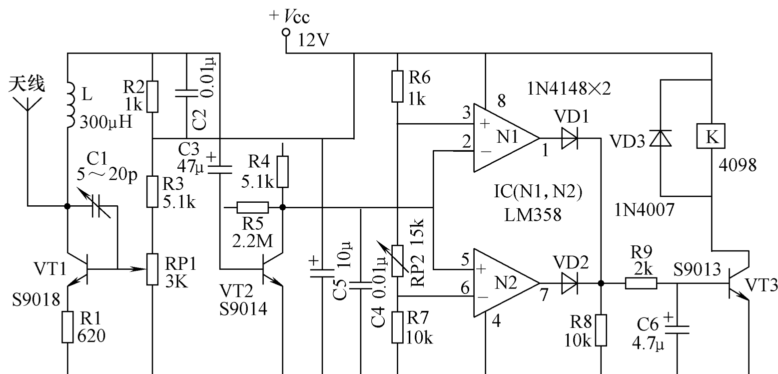


图 12-16　微波控制电路

270. 工业静电消除电路

在一些印刷、塑料生产过程中，产生许多静电，直接影响人们的健康，污染环境。为了消除静电的危害，介绍一种静电消除电路，它能产生高压电场，有效地消除塑料薄膜与纸张上所带的静电。工业静电消除电路如图 12-17 所示。

接通电源开关 S，交流 220V 电压一路经 R1、VD2、R2、RP 和 T2 的一次绕组加至 VT 的两个阳极上；另一路经 VD1、R5 和 C5 组成的触发电路为 VT 的门极提供触发电压，使 VT 在交流电压的正半周和负半周均维持导通状态。VT 导通后，C3 和 T2 的一次绕组构成 LC 并联谐振电路，产生频率为 3kHz 的振荡信号。该振荡信号经 T2 升压及 VD3 整流后，在 C4 两端产生高压正电场，并通过高压电极对塑料薄膜或纸张放电，消除静电。调节 RP 的阻值，使输出电压在 5 ~ 15kV 内连续可调。

交流 220V 电压还经 T1 降压、UR 整流、C1 滤波及 IC1 稳压后，为 IC1 提供 + 12V 直流电压。 + 12V 电压经 R11 限流后将 LED4 点亮，还经 R13、R6、R7 和 R12 串联分压后，为 N1 ~ N3 的反相输入端提供基准电压，N1 ~ N3 正相输入端的取样电压来自 A 端。输出高压越高，A 端电压也越高，LED1 ~ LED3 点亮的数量就越多。输出电压为 5kV 时，LED1 点亮；输出电压达到 10kV 时，LED1 和 LED2 均点亮；输出电压达到 15kV 时，LED1 ~ LED3 均点亮。

271. 煤位自动跟踪电路

自动跟踪信号器的电路图如图 12-18 所示。接通电源过 3 ~ 5min 后，延时继电器 KT 开始吸合，由于 KT 常开触点的闭合，下方接触器 KM1 吸合，使电动机 M 起动，电动机通过 45∶1 减速器与卷绳筒连接，使卷绳筒跟着转动，测量部分的钢丝和测量锤就一起下降。

当测量锤接触煤位时，VT1 导通，继电器 K1 动作，触点 K1 由位置“1”转向“2”，接触器 KM1 断开，电动机停止，钢丝绳和测量锤也就停止下降。

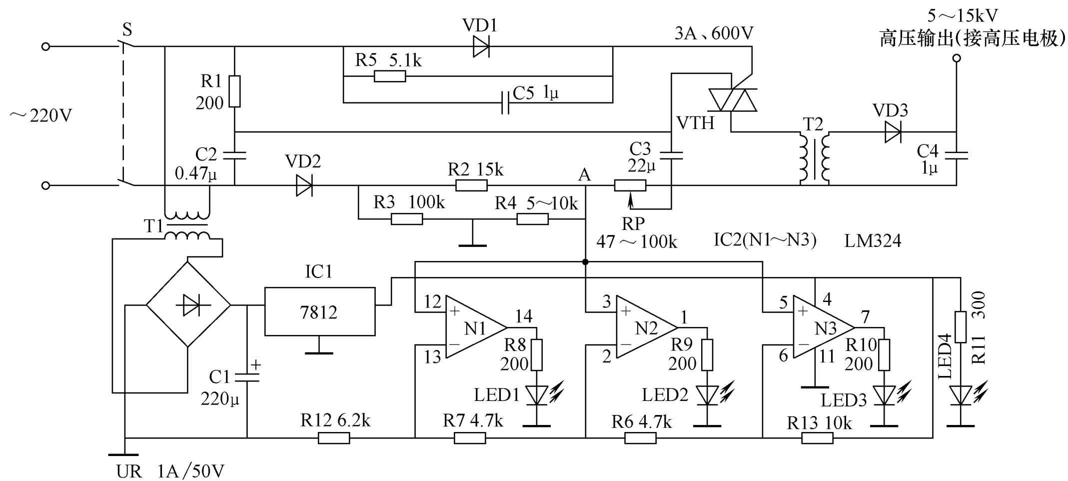


图 12-17 工业静电消除电路

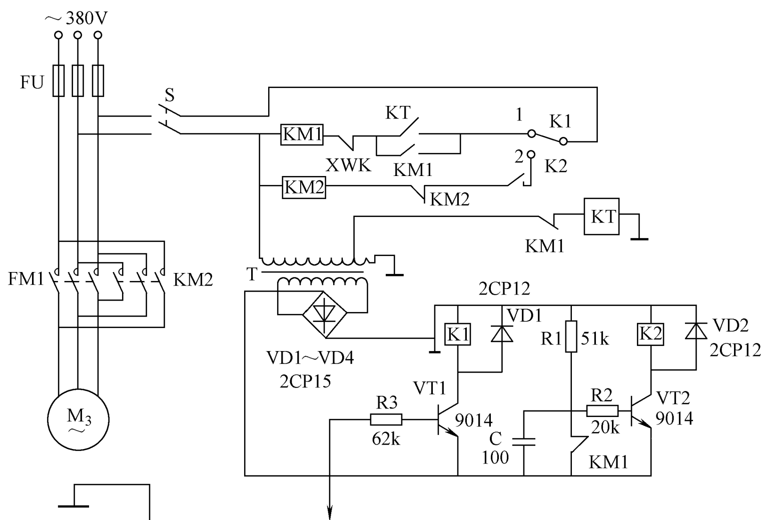


图 12-18　自动跟踪信号器的电路

由于触点 KM1 断开，电容 C 开始充电，使 VT2 延时导通，继电器 K2 动作，提升接触器 KM2 动作，电动机 M 开始反转，把测量部分向上提升，当测量锤离开煤位时，VT1 截止，K1 断开，触点 K1 转向“1”，KM2 断流，电动机停止反转。当煤位连续上升时，VT1 也连续导通，执行机构也跟着动作，发出煤位指示。如果煤位连续下降，则每隔 3～5min KT 动作一次，KM1 重复前述动作。

272. 汽车集成电路调节器电路

集成电路调节器适用于 14V、350～500W 外搭铁硅整流发电机（如配 JFZ132N、JFZ132A、JFZ13E 发电机用在东风 E01090 汽车上）。这种调节器内部电路如图 12-19 所示。调节电路工作原理如下：

1）接通点火开关 S 后，蓄电池电压加在由电阻 R1、R2、R3 组成的分压器上。此时，A 点电位低于稳压管 VD3 的反向击穿电压。因此 VD3 不导通，晶体管 VT1 无基极电流而处于截止

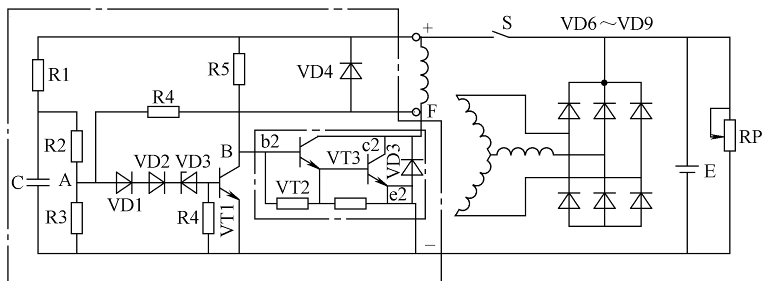


图 12-19　汽车集成电路调节器电路

状态。蓄电池通过 R5 向 VT2 提供基极电流，使 VT2、VT3 导通。电流从蓄电池“+”极开始，依次经过点火开关 S、磁场绕组、VT3（c、e 极）、搭铁、回到蓄电池“−”极，构成回路。发电机有磁场电流，开始发电并随转速升高，电压也相应升高。

2）当发电机电压超过规定值（14 ± 0.2）V 时，A 点电压高于稳压管 VD3 的反向击穿电压，VD3 导通从而使 VT1 导通。VT1 导通时，其集电极电压降低使 VT2、VT3 截止，切断了发电机磁场电路，使发电机输出电压下降。

3）发电机电压低于规定值时，VD3 又截止，VT1 截止，从而 VT2、VT3 导通，励磁电流又被接通，发电机电压又重新升高。如此反复，使发电机电压稳定在规定值范围内。

273. 解放牌 CA1092 汽车无触点电子点火电路

CA1092 型汽车无触点电子点火电路由 WFD663 型磁感应分电器、6TS2017 型电子点火组件、JDQ172 型无触点点火线圈和火花塞组成。

6TS2017 型点火电子组件内部电路以及它与分电路、电火线圈之间的连接关系如图 12-20 所示。

点火信号发生器输出的点火信号加在电子点火组件的②、③两端上。当点火信号电压下降至某一值（−100mV）时，达林顿晶体管 VT 导通，点火线圈一次侧绕组有电流流过；点火信号电压上升到某值（−100mV）以上时，VT 截止，一次侧绕组电

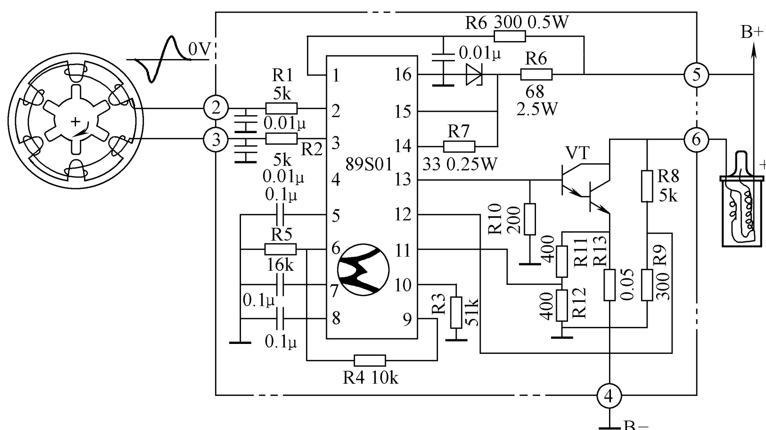


图 12-20　解放牌 CA1092 汽车无触点电子点火电路

流被切断，在点火线圈的二次侧绕组中便产生高电压，经配电器、高压线送至火花塞跳火。

这种集成电路式的点火电子组件使用更为方便，人们只需关心其输入与输出端的接线，而不必顾及其内部的维修问题。6TS2017 型电子点火组件除了上述功能之外，还具有许多附加功能。它们是限流和闭合角控制功能、失速慢断电功能、低速推迟点火功能和超压保护功能。

274. 工业生产防抖动电路

在工业生产中，经常使用按钮开关、多位开关、接触器、继电器等，它们常常是开关量的输入源，由于这类开关大都是机械开关，当开关触点闭合时，在达到稳定之前会产生短暂的抖动，弹跳抖动的时间一般可达数毫秒。微机对开关信号采样时，必须消除这种抖动，否则会造成错误。消除抖动的方法采用软件和硬件两种方法解决。软件方法是经过延时、采样方法，采样直到两个采样值相同为止，延迟时间应比抖动时间长；硬件方法是在接口电路中加一防抖动电路。图 12-21 所示是双向消抖动电路。由两个与非门组成 RS 触发器，把开关信号输入到 RS 触发器的一

个输入端 A，当抖动的第一个脉冲信号使 RS 触发器翻转时，D 端处于高电平状态，故第一个脉冲消失后 RS 触发器仍保持原状态，以后的抖动所引起的数个脉冲信号对 RS 触发器的状态无影响，这样就消除了抖动。

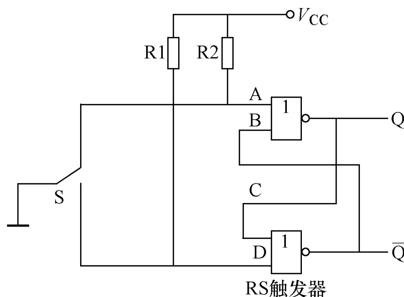


图 12-21　双向消抖动电路

275. 纸张张力控制电路

纸张张力控制电路如图 12-22 所示。

图中，RPt 为给定电位器，集成运算放大器 N1 与 N2（F004C）分别为比例放大级和比例积分级，晶体管 VT1（3DG12B）与 VT2（3DD15C）组成功率放大级。张力预选时，开关 K2 置“手动”位，调节 RP1 可将 0～12V 直流电压经电阻 R8 输入晶体管 VT1 的基极，给定电压升高、VT1 饱和加深。VT1 导通后使 VT2 基极电位上升，于是 VT2 也导通，24V 直流电压经开关 K3 加于磁粉制动器 CZ1（或 CZ2）线圈两端。控制给定电压的大小，使 VT2 集电极电流 I_{c2}变化，即控制了制动器电流，从而可获得不同的制动力矩。当 VT2 由导通转变为截止时，线圈 CZ1 或 CZ2 会产生反电势冲击 VT2，因此在 CZ1、CZ2 上并联有起续流作用的二极管 VD2，为反电势提供通路，从而对 VT2 起到保护作用。

正常印刷时，开关 K2 置“自动”位，由 RP1 取出的给定信号，经电阻 R1 送入 N1 的反相输入端。经 N1 比例放大，其输出经 R5 送入 N2 反相输入端，经 N2 的比例放大与比例积分，输出的正极性电压信号经 K2、R8 送入功率放大级。

该系统张力信号的检测反馈采用了两只负重传感器 FZC1 和 FZC2，其型号均为 GH 型负重传感器，量程为 30kg。它们采用应变梁（筒）及粘贴在梁（筒）上的半导体应变片，组成为一

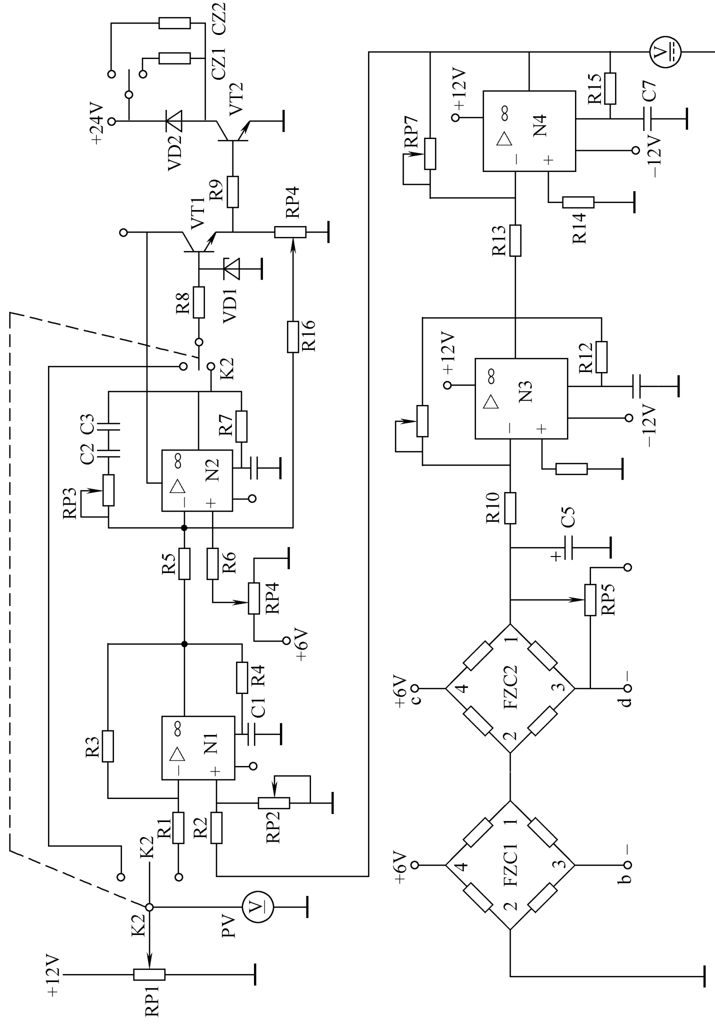


图 12-22　纸张张力控制电路

电换能器件，可用来测量各种载荷力。其工作原理如图 12-22 所示。

将 BY-P 四片半导体应变片连接成桥路，E 为桥路电源，RP 为 10kΩ 多圈调零电位器，R0 为温度补偿电阻，虚线部分为传感器内部接线。两只这样的传感器分别安装在纸带左右两侧。纸带张力变化时，使应变梁（筒）受力变形，半导体应变片的阻值随之发生变化，电桥失去平衡，则输出与张力变化成正比的电信号 ΔV。

张力系统的负重传感器中，3、4 端接 6V 直流电源，1、2 端为输出端，两只负重传感器接成串联形式。当张力发生变化时，负重传感器有电信号输出。此信号经电阻 R10 输入到 N3（F004C）的反相输入端进行比例放大，而后又经 N4（E004C）进行比例放大，其输出作为反馈信号输入 N1 的同相输入端。反馈电压信号的大小可在电压表 PV2 上反映出来。经定电压与反馈信号在 N1 综合后进行比例放大，其输出再经 N2 作比例积分，然后送至功放级。电位器 RP5 作为调零使用。印刷中，系统处于“自动”位，即闭环控制状态，能对印刷中的张力进行自动跟踪调节，以保证张力恒定。

276. 自动切纸机电路

图 12-23 所示是由光电晶体管构成的印刷切纸机保护电路，

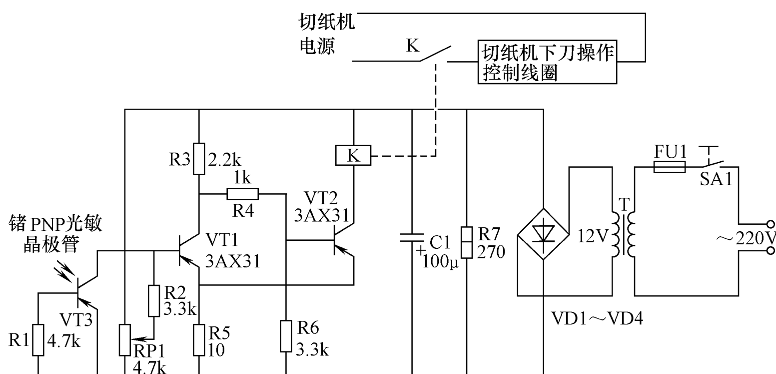


图 12-23　自动切纸机电路

可防止人工送纸误踩切纸开关而造成工伤事故。该线路在人工送纸时，可控制切纸机自动停机。

继电器有一组常开触点 K 串接在切纸机下刀操作控制线圈的供电回路中，只有当该常开触点 K 闭合后，切纸机才会下刀切纸。

K 继电器线圈串接在 VT2 的集电极回路中，受 VT2 状态的控制，VT2 又受 VT1 的控制，VT1 则受 VT3 光敏晶极管的控制，VT3 受光控制。在切纸机的一边装有灯泡并向另一边照射，VT3 装在另一边用于接收灯泡照射的光线。

VT1 和 VT2 可组成射级耦合双稳态触发器。当工人用手放纸时，手就会遮住灯泡照射来的光线，使 VT3 光敏晶极管呈高阻值，进而就会使 VT1 导通、VT2 截止，继电器 KA 线圈断电释放，其常开触点 KA1 复位断开，从而切纸机下刀操作控制线圈，电流通路被切断，达到预防切纸机工人用手放入切纸时发生事故。

277. 坏书不装订电路

在装订书的过程中，出现坏书时，由检测部位传来的信号，使控制机头电磁阀线路闭合，挡锁被吸起来，订书机头不予装订；书帖继续往前，到输出装置，拦书爪在电磁阀的作用下拦住书帖，迫使坏帖朝上进入坏书斗。

图 12-24 所示的坏书不装订电路中，YV1 为控制机头对坏书

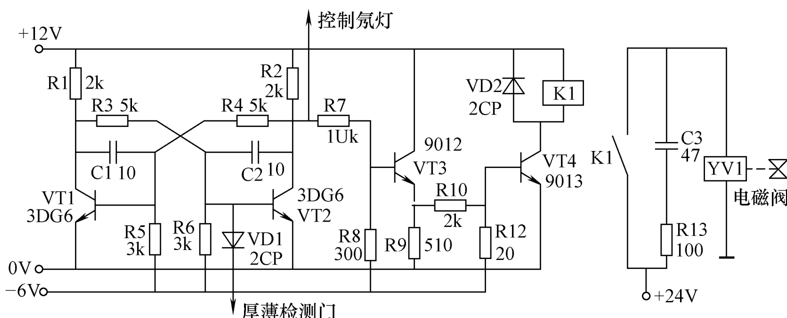


图 12-24　坏书不装订电路

不订的执行电磁阀，在无坏书信号的正常情况下，双稳态触发器的左管 VT1 截止，右管 VT2 导通，此时 VT2 的集电极电压为 0V。若有坏书信号进入触发器，则触发器翻转，其状态为左管 VT1 导通，右管 VT2 截止，VT1 的集电极电压为 +9.5V，这个信号经 VT3 作电流放大，控制 VT4 导通，使继电器 K1 吸合，电磁阀 YV1 动作，控制机头对坏书不予装订。

278. 锅炉控制电路

锅炉控制电路为了在热水加热系统中控制水的温度，常应用比较器的比较功能来控制加温设备。其控制电路如图 12-25 所示。电路中，热敏电阻 R12 和 R2 构成一个分压器，其分压值作为参考电压加在 $U-$ 端。热敏电阻 R12 放在锅炉门的外边。R12 和 R2 的阻值是这样选择的：当外部温度在 14℃ 时，R12 和 R2 的阻值相等。电阻 R1 和热敏电阻 R11 也构成一个分压器，其分压值加在 $U+$ 端。热敏电阻 R11 放置在锅炉的里边，R11 和 R1 的阻值是按如下条件选择的：当锅炉的温度为 88℃时，R11 和 R1 的阻值应相等。比较器的输出去控制晶体管 VT。当锅炉的温度大于等于 88℃ 时，比较器输出高电平，使 VT 导通，导致继电器 K 吸合，关断锅炉的加热源。

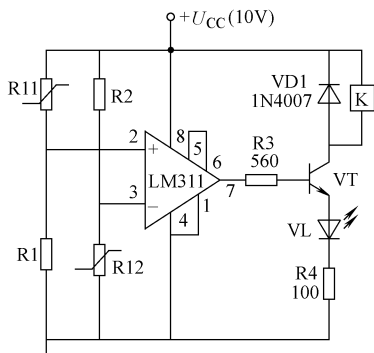


图 12-25　锅炉控制电路

当锅炉的温度低于 14℃ 时，比较器输出低电平，该低电平使晶体管 VT 截止，导致继电器释放，接通锅炉的加热源，从而完成了锅炉温度的自动控制。电路中的发光管 VL 在关断加热源时点亮。二极管 VD1 为泄放二极管，以防止吸合瞬间感应电压与电压 U_{CC} 叠加而击穿管子。

第 13 章　建筑装修电路

279. 建筑用水平测量电路

水平测量仪是电工安装布线的工具之一，主要用于电工安装布线时，测量其是否水平。该仪器打开开关，则发出水平的红光，监测所安装的布线是否水平。该仪器随身携带，体积小巧、灵活、方便。

（1）工作原理

电子水平仪的电路如图 13-1 所示。S1 和 S2 均为玻璃水银导电开关，它内部由一个短电极和一个长电极组成，并装有导电用的可移动水银球。图中为玻璃水银导电开关 S1 和 S2 在水平仪中的安装位置。

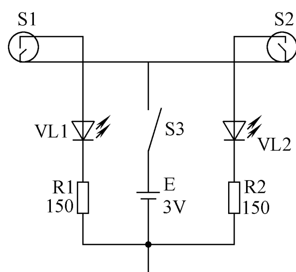


图 13-1　建筑用水平测量电路

当水平仪处于水平位置时，玻璃水银导电开关 S1 和 S2 内部的水银球均把相应的短电极与长电极接通，因而使两个发光二极管 LED1、LED2 同时通电发光。当水平仪向着玻璃水银导电开关 S1 一方倾斜时，其玻璃管内的水银球便位移到左端而脱离短电极，使 S1 断开，LED1 熄灭；但此时 LED2 仍发光，表示此端偏高。同理，当水平仪向着玻璃水银导电开关 S2 一方倾斜时，S2 断开，LED2 熄灭，但 LED1 仍发光，表示此端偏高。

电路中，R1、R2 分别为 LED1 和 LED2 的限流电阻器，其阻值大小影响着对应发光二极管的发光亮度。S3 为电源开关。

（2）元器件选择

S1、S2 选用 KG-102 型玻璃水银导电开关。LED1、LED2 宜

用红色高亮度发光二极管。R1、R2 均用 RTX. 1/8W 型碳膜电阻器。S3 用小型拨动开关。

E 可用两节 7 号或 5 号干电池串联后供电。

（3）制作

整个水平仪电路全部安装在一个尺寸约为 250mm × 30mm × 25mm 的长条形木盒或塑料盒内。在盒上盖的中间位置开孔固定电源开关 S3，两头位置分别为发光二极管 LED1、LED2 开出安装孔。盒内部的中间位置，固定安装电池 E，两端分别水平安放玻璃水银导电开关 S1 和 S2（要求保持在同一水平线上）等。

280. 混凝土搅拌机控制电路

混凝土搅拌机控制电路如图 13-2 所示。它主要用于建筑工地，把沙土、水泥、水等掺在一起，进行搅拌均匀。料斗电动机 M2 上并联了一个电磁铁 YA1 线圈，供制动用。当 M2 通电运转时，电磁铁也同时得电吸合，使 M2 电动机轴上的制动闸瓦松开，使电动机运转；停电时，由于电动机断电，使电磁铁 YA1 也断电，在弹簧的作用下，M2 电动机使它立即停转。

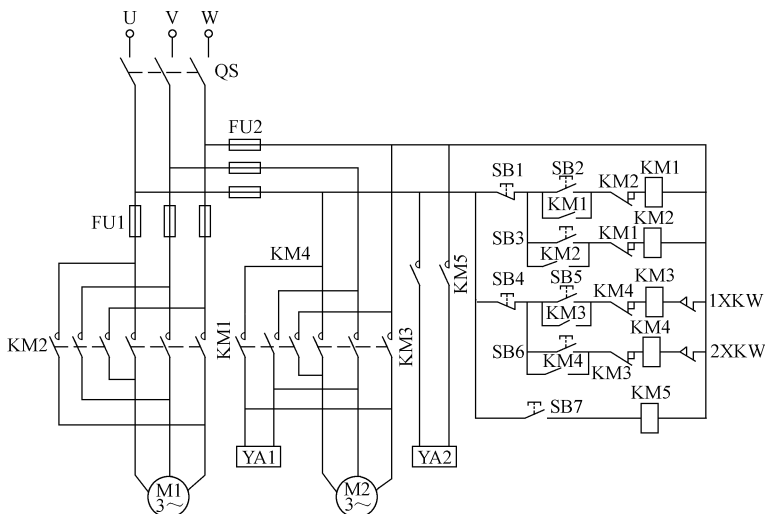


图 13-2　混凝土搅拌机控制电路

其主电路和普通的电动机正反转完全一样。电路中的限位开关 1XKW、2XKW 在上下运料过程中，达到极限位置时，料斗升降撞击限位开关后，接触器线圈便断电释放，从而使电动机停止运行。SB7 是加水控制电磁阀开关。

281. 混凝土搅拌机电路

混凝土搅拌机具有结构简单，搅拌能耗低，出料迅速，工作时噪声小等优点。它无须手柄手轮操作，对于减轻操作人员劳动强度、提高机械化程度起到了很好的作用。由于它的优点较多，目前已替代鼓筒式搅拌机，迅速得到了广泛的应用。

（1）料斗上升与下降

混凝土搅拌机电路如图 13-3 所示，这是 JZ350 锥型反转出料混凝土搅拌机电气线图。它的工作原理是：把进料原料倒入送料斗内（如水泥、沙子、石子）配好料后，操作人员按下开关按钮 SBF2 后，KMF2 接触器线圈得电吸合，使上料卷扬电动机正转，料斗送料起升。当升到一定高度后，料斗挡铁碰撞行程开

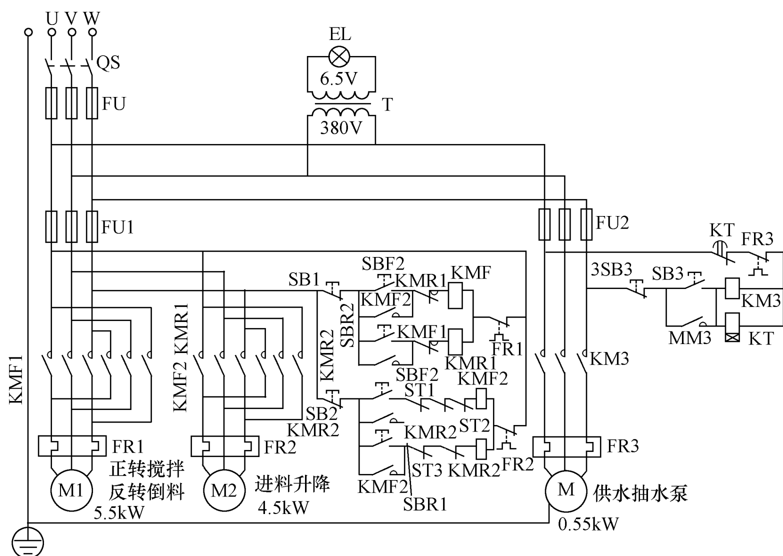


图 13-3　混凝土搅拌机电路

关 ST1 和 ST2，使 KMF2 接触器断电释放。这时料斗已升到预定位置，把料自动倒进搅拌机内，并自动停止上升。此时操作人员按下下降按钮 SBR2 时，卷扬系统带动料斗下降，待下降到其料口与地面平时；挡铁又碰撞行程开关 ST3，使 KMR2 接触器断电释放自动停止下降，为下次上料做好准备，这时搅拌机料已备好，操作人员再按下 SB3 时，接触器 KM3 得电吸合，使供水抽水泵电动机运转，向搅拌机内供水。与此同时，时间继电器也得电吸合，待供水与原料成比例后（供水时间由 KT 时间继电器决定），可根据原料多少调整供水时间长短，一般需 1～3min，时间继电器动作，使 KT 延时断开，从而使 KM3 接触器自动释放，供水停止。

（2）正反向搅拌

在时间不能确定时也可手动停止供水时间。这时供完水后搅拌机可开始搅拌工作，操作人员只要按下正转按钮 SBF1 后，接触器 KMF1 便得电吸合，M1 电动机运转开始搅拌，待搅拌完毕后，按下 SB1 停止按钮即可停止工作。这时如果需要出料，把送料的车斗放在锥形出料口处，操作人员按下 SBR1 后搅拌电动机反转，反转时把搅拌好的混凝土泥浆自动搅拌出来。待料倒完后或运料车装满后，按下 SB1 按钮，接触器 KMR1 断电释放。M1 电动机停转，出料停止。这样，整个电路工作过程和操作过程全部完成。

282. 运输升降机超速控制电路

本例介绍的升/降机电动机超速控制器，能防止因电动机正、反转超速运行给设备造成事故，有较强的实用性。

交流 220V 电压经 T 降压、VD1～VD4 整流、C1 滤波及 IC2 稳压后，为 IC1 提供 ±12V 工作电源。

来自测速发电机的直流电压（该电压的高低与受控电动机的转速有关）经 RP3 和 R3 分压后，分别加至 IC1 的③脚和⑥脚，作为取样电压。当升/降机电动机正向运转超速，使取样电压高于 IC1 的②脚的 +4.4V 基准电压时，IC1 的①脚将输出高电平，使 LED1 点亮，VT 导通，K 吸合，其常闭触头断开升/降机

电动机控制回路的电源，使电动机停转，制动器制动停车；当升/降机电动机反向运转速度偏高，导致取样电压低于 IC1 的⑤脚的 -4. 4V 取样电压时，IC1 的⑦脚将输出高电平，使 LED2 点亮，VT 导通，K 吸合，将升/降机电动机的工作电源切断，制动器制动停车，如图 13-4 所示。

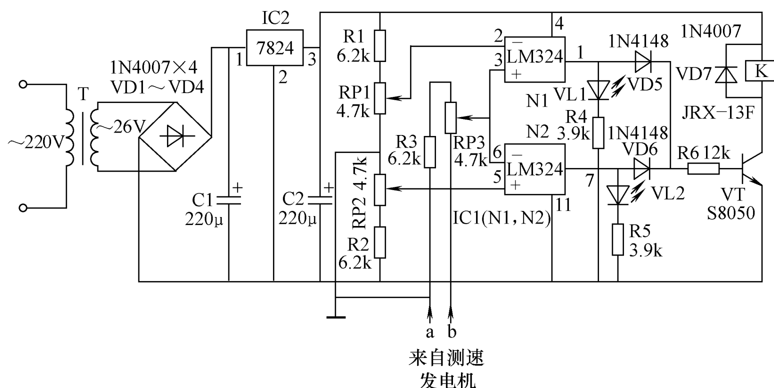


图 13-4　运输升降机超速控制电路

283. 供水电路

在某些缺水的地方加装一台自动节水器尤为实用。图 13-5 所示是一台自动接水器电路，当水缸中的水位处在检测电极 b 以下时，IC 的②脚为低电平，IC 导通，继电器 K 得电吸合，K 的触点 1-2 接通，电磁阀 YV 得电放水。当水缸水位到达检测电极 A 的最低端时，电极 A—E 导通，IC 的②脚为高电平，IC 截止，

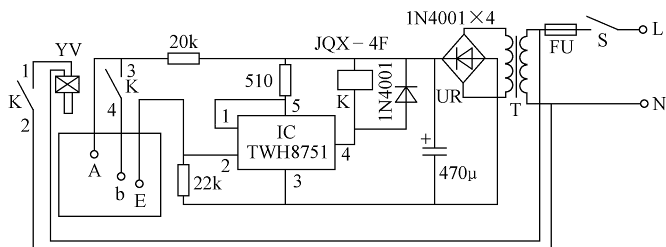


图 13-5　自动接水器电路

K 失电，K 的触点 1-2 断开，YV 停止注水。K 的触点 3-4 脚闭合，接通电极 A、b。当水缸的水用到 A 极低端以下，由于 A、b 两极经 K 触点 3-4 接通，使 IC 的②脚仍为高电平，IC 保持截止状态。直至水位低于 b 极最低端时，IC 导通，YV 才又进入放水状态。

284. 建筑安装自动水阀门电路

我们都希望家用的电动水阀门，不仅能自动给水箱加水，还能在进水管无水的情况下自动将电磁阀关闭，以防止在进水管无水时电磁阀长期通电而损坏。

IC 的②脚（低触发端）与低水位检测电极 b 连接，⑥脚（高触发端）与高水位检测电极 a 连接，④脚（复位端）与进水管内电极 c 相连，d 点与水箱体和金属进水管相连。

当水箱内水位低于 b 点时，IC 的③脚输出高电平，使继电器 K 工作，电磁阀通电工作，水箱开始进水；当水箱内水位高于 a 点时，IC 的③脚变为低电平，使继电器和电磁阀均断电，停止进水。

当进水管中无水时，IC 的④脚为低电平，使 IC 复位，其③脚输出低电平，继电器 K 和电磁阀均不工作。

为了避免在水管内有气泡时，电磁阀会反复通、断而设置的 C3 为延时电容器。

电气元件参数如图 13-6 所示。

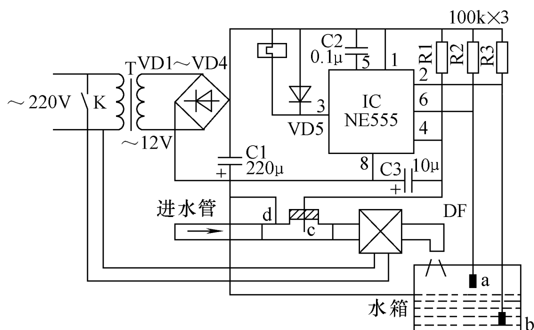


图 13-6 电动水阀门电路

285. 卷扬机电路

常见卷扬机电路如图 13-7 所示。按下 SB1，接触器 KM1 线圈得电动作，主触点闭合，电动机正转，卷扬机向上运行；当运行到终端位置时，装在运动物体上的挡铁碰撞行程开关 XWK1，使 XWK1 的常闭触点断开，接触器 KM1 线圈断电释放，电动机也断电，运动部件停止运行。此时，即使再按 SB1，接触器 KM 的线圈也不会获电，故保证了卷扬机不会越过行程开关 XWK1 所在的位置。同理，当按下 SB2 时，KM2 线圈有电，主触点闭合，电动机反转，卷扬机向下运动至挡铁碰撞行程开关 XWK2，卷扬机停止工作。中间需停车，可按下停止按钮 SB。

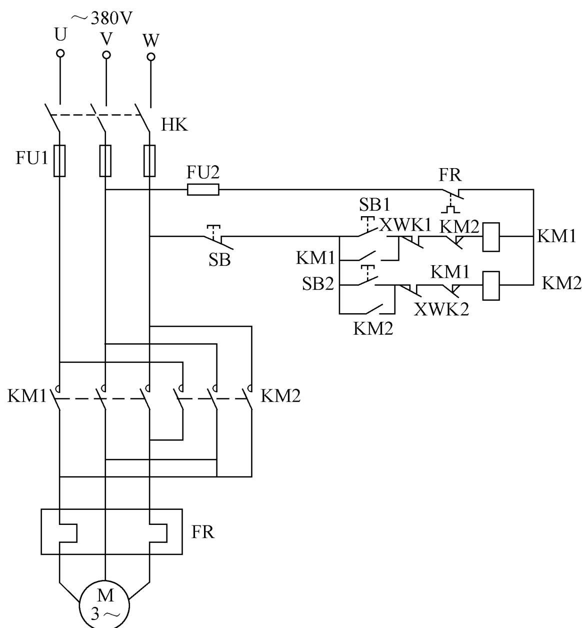


图 13-7　卷扬机电路

286. 电葫芦电路

电动葫芦是一种小型起重机械，多用于设备的吊装工作。它由吊钩和移动行车两部分组成，吊钩的提升和行车行进各由一台

电动机拖动。提升电动机带动滚筒转动，从而带动吊钩的提升或下降；行进电动机拖动提升机构在工字梁上水平移动，从而带动行车前进或后退。其控制电路如图 13-8 所示。

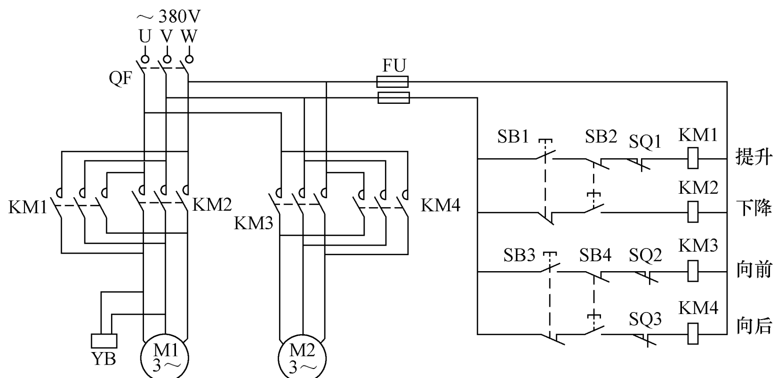


图 13-8　电葫芦电路

主电路用断路器 QF 作短路保护，接触器 KM1、KM2 控制提升电动机 M1，KM3、KM4 控制行进电动机 M2 的正反向运行，它们都是靠改变施加于电动机三相电源的相序实现正转或反转的，YB 为电磁制动器，它装在提升电动机 M1 的端部，以保证吊钩的准确定位。

控制电路采用电动机的点动控制电路，左面两条支路分别为提升、下降控制，两支路由悬挂式复合按钮 SB1、SB2 来控制起停，SQ1 作上限位开关，用于提升的终端保护；右面两条支路分别为行车的向前、向后移动控制，它们由悬挂式复合按钮 SB3、SB4 来控制起停，SQ2、SQ3 分别是前、后移动限位开关，作水平移动的终端保护。熔断器 FU 作短路保护。

前进控制。按下复合按钮 SB3，SB3 常闭触头先断开，保证接触器 KM4 不会得电吸合，SB3 常开触头后闭合，接触器 KM3 得电吸合，行进电动机 M2 得电起动。移动至规定位置时，松开 SB3，KM3 断电释放，M2 停机。若操作者操作失误或由于某种原因导致 SB3 触点短路，行进到终端位置时，行程开关 SQ2 断

开，接触器 KM3 断电释放，电动机准确停止。

同理，读者自行分析后退控制及升、降控制。

287. 散装水泥计量电路

在建筑施工中，散装水泥通常放在储罐内储存，在需要水泥时，从罐中出料后通过散装水泥自动称量控制线路即可自动计数称量，如图 13-9 所示。

图 13-9　散装水泥计量电路

散装水泥是通过振动给料电动机 M2 驱动从罐中给料的，当 M1 电动机转动时，就可以将水泥通过螺旋运输机进入称量斗，称量斗也是利用杠杆平衡原理带动的，一头装有水银开关 S1、S2 使开关导通或断开来达到测量目的。

当水泥不够预定重量时，秤杆达不到平衡，水银开关处于导通位置，使 KA1 得电吸合，M1 电动机运转，从而带动螺旋给料机不断给料；当达到预定重量后，水银开关断开，M1 电动机停止供料，这时安装在秤杆上的行程开关 SQ 断开，使继电器 KA2、KA3 同时释放，从而使 M2 振动给料器也停止工作，电磁铁 YA 释放，带动计数器计数。

288. 建筑材料带传送电路

在大型的建筑工地上，由于原料堆放较远，使用时需要利用传送带把粉料运到施工现场或送入施工机械加工，这就需要采用多条传送带联合运送，把原料运到指定位置。

为了防止运料皮带上运送的物料在皮带上堵塞，在运输皮带的机械电气控制上做了必要的程序控制，在启动电动机时，要求先启动第一条皮带的电动机 M1，在电动机运转后才能启动第二条运输皮带电动机 M2，这样可把第一条运输皮带上的料先清理干净，来料后能迅速把料运走，不致在第一条皮带上造成堵塞。

停止皮带运输时，要先停第二条皮带，然后才能停第一条皮带，这是为了避免在皮带中间造成堵塞现象。

图 13-10 所示是多条皮带运输原料控制线路。当按下启动按钮 SB2 后，接触器 KM1 得电吸合，主触头闭合，使电动机 M1 运转。第一条皮带首先开始工作。由于 KM1 吸合，自保接点闭合，维持 KM1 继续吸合，另一组 KM1 的辅助常闭触点也同时闭

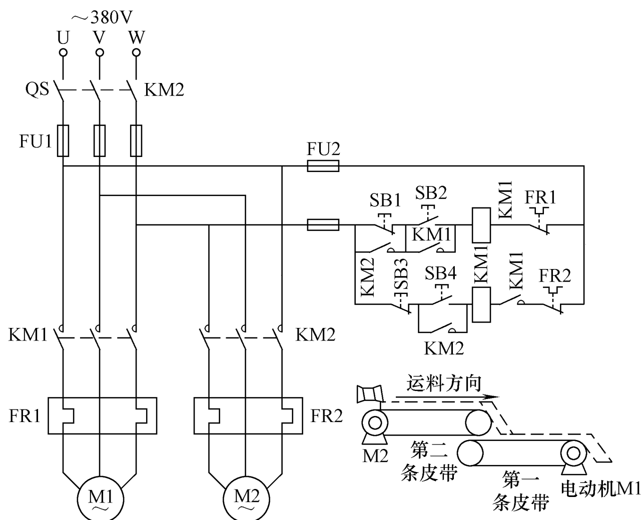


图 13-10　建筑材料皮带传送电路

合，为 KM2 的线圈电源回路的接通做好了准备，这时只要操作人员按下 SB4，第二条皮带便可投入运行。

与此同时，为了操作程序上的需要，KM2 辅助触头闭合并短接了 SB1 停止按钮，从而为先停 M2 电动机后，才能停 M1 控制回路做了必要的工作。

在停止运输皮带时，只有先按下 SB3 使 KM2 释放，即可解除停止按钮的短接线路。当 M2 停转后，操作 SB1，即可使 M1 停转，从而实现按预定的程序控制电动机的开、停程序，做到正常有序的工作。

第 14 章　脑筋急转弯电路

289. 数字抢答器电路

（1）电路原理简介

由节目主持人根据抢答题的难易程度，设定一次抢答的时间，通过预置时间电路对计数器进行预置，计数器的时钟脉冲由秒脉冲电路提供。可预置时间的电路选用 74LS192 十进制同步加减计数器进行设计。

（2）元器件参数选择

元器件的选用如图 14-1 所示，无特殊要求。

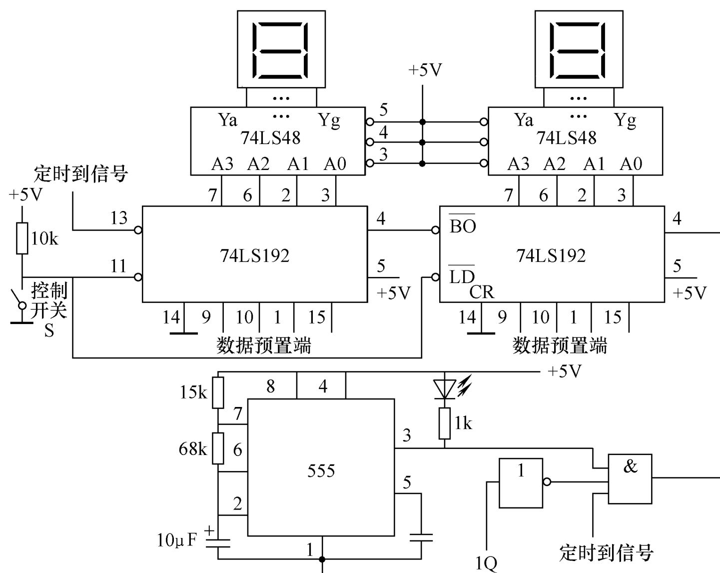


图 14-1　数字抢答器电路

290. 误踩油门紧急制动电路

汽车在行驶中，当意外情况发生时，由于司机精神紧张，错

把油门当作刹车猛踏下去，用力过大，常使油门最低部的开关 S 闭合，即利用猛踏油门使 K 闭合这一情况。误踩油门紧急刹车电路如图 14-2 所示。

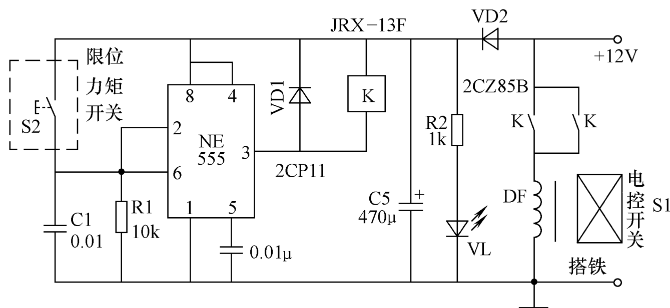


图 14-2　误踩油门紧急刹车电路

NE555 和 R1、C1 等组成一触发电路。平时 555 处于置位状态，④脚为高电平，K 不动作。其常开触点 K 处于断开状态。

当误踩油门时，K 闭合，⑥脚呈高电位，使 555 复位，K 吸合，其常开触点 K 闭合，电磁气阀 DF 得电，则高压气体通过 DF 向刹车机构供气，使汽车刹车，防止事故发生。

291. 交流接触器用直流电压电路

交流接触器改为直流运行可以消除运行中的噪声，降低释放电压，节电效果显著。

图 14-3 所示是一种简单的交流接触器无声运行线路。当起动电动机时，按下交流接触器按钮 SB1，交流接触器 KM 吸合，KM 辅助点也闭合，松开按钮 SB1，SB1 常闭触点将二极管 VD 接通，VD 与 KM 线圈相并联，这时 KM 仍保持吸合，并转为直流运行。电容

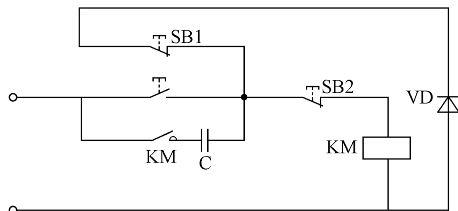


图 14-3　交流接触器可以用直流电压运行电路

C 串入电路起降压作用，并使交流电在正负半波时都由上而下流过线圈，从而使交流接触器改为直流运行。

292. 反应能力测试电路

人们对事物或信号的反应速度有快有慢，反应能力各不相同。本例介绍的反应能力测试电路，利用发光二极管来测试人对信号的反应速度。经常进行反应测试训练，有助于提高对事物的反应能力。

反应能力测试器电路由延时电路、测试信号灯、多谐振荡器、减法计数器、LED 驱动显示电路和控制电路组成，如图14-4所示。

接通电源开关 S2 后，电源指示发光二极管 VL10 点亮。在开机瞬间，由于 C1 两端电压不能突变，D1 的输入端为低电平，输出端为高电平。此时 D7 输出低电平，D8 输出高电平，LED1 不发光；多谐振荡器振荡工作，为 IC4 提供周期约为 50ms 的时钟脉冲。IC4 在该时钟脉冲的作用下，各输出端依次逐端变为高电平。通过 D9～D16 反相缓冲后使 LED2～LED9 依次递增发光，直至全部点亮。

当 C1 充满电（约 3～4s）时，D1 的输出端变为低电平，使 D7 输出高电平，D8 输出低电平，LED1 点亮。同时，IC4 因⑮脚输入低电平而由加法计数变为减法计数，在时钟脉冲的作用下，其各输出端从左至右依次逐端变为低电平，使 LED2～LED9 依次递减熄灭。

在 VL1 点亮的同时，若测试者在 50ms 之内按下 S1，则 D3 的输出端变为低电平，VD 导通，迫使多谐振荡器停振，IC4 保持加法计数、VL2～VL9 全部点亮的状态；若测试者在大于 50ms、低于 100ms 的时间内按下 S1，则 IC4 已进入减法计数状态，其⑬脚（1Q1 端）已变为低电平，使 VL2 熄灭，但 VL3～VL9 仍维持点亮状态；若测试者在大于 100ms、低于 150ms 的时间内按下 S1，则 IC4 的⑫脚（1Q2 端）也变为低电平，此时 VL2 和 VL3 熄灭，VL4～VL9 仍点亮。以此类推，若测试者在 VL1

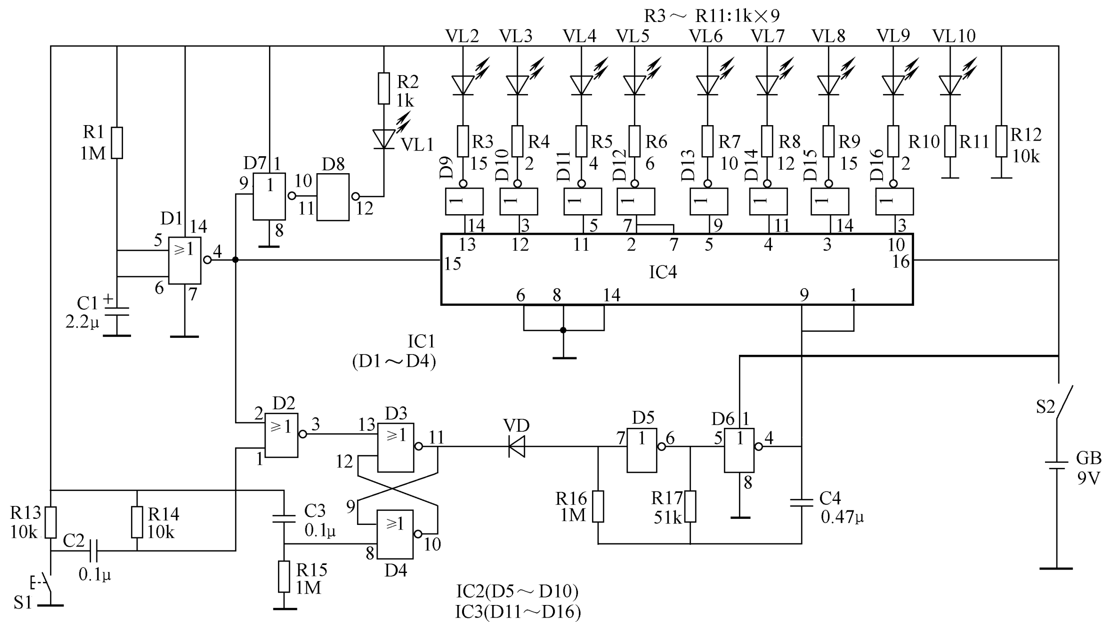


图 14-4　反应能力测试电路

点亮 400ms 之后才按动 S1，则 VL2 ~ VL9 已全部递减熄灭。即按下 S1 后，点亮的发光二极管数量越多，说明测试者的反应速度越快；点亮的发光二极管的数量越少，说明测试者的反应速度越慢。

293. 故障快速寻找电路

光电故障寻迹器可以为业余无线电爱好者检修收音机、录音机及扩音机等音响设备提供方便。当遇到音响设备的直流电、直流电压基本正常，但故障表现为无声、音轻、声音失真、噪声大等一系列复杂情况时，往往单凭万用表来判断是困难的，但通过光电故障寻迹器可以顺利找到故障原因。

图 14-5 所示是故障寻迹器的电路图。从探头拾取的高频或低频信号，经 C1 耦合到 VT1 的基极，VT1 本身不仅对信号具有放大作用，还具有对高频信号的检波作用，检波后的残余高频信号经 C2 旁路到地。由于高频扼流圈 GZL 对低频信号所呈现的阻抗很小，因此，无论是检波后的信号还是从探头直接输入的低频信号都能顺利地加入到下一级。

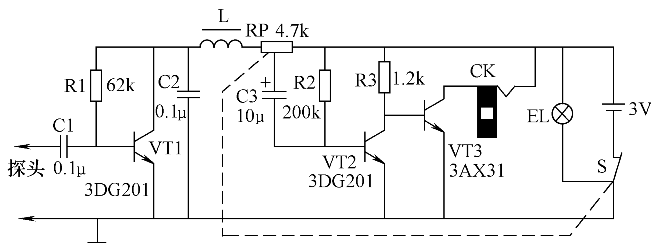


图 14-5　故障快速寻找电路

为了防止输入信号过大时产生过荷失真，电路中设有音量电位器 RP，以控制输入信号的大小，C3 为隔直电容，VT2、VT3 复合放大，放大后的音频信号由耳机输出。

294. 电话防盗打脑筋急转弯电路

电路原理简介：原无绳电话均采用两个稳压电源，一直供

电，耗电且被邻近同频率的无绳电话盗用。采用节电电路，无人通话，电路处于关断状态，有人通话，信号经IC2、C1整流器向K1供电，使K1吸合，接通节电器和无绳电话电源，由IC1组成延时是工作电路，VT导通，K2吸合，摘机通话，如图14-6所示。

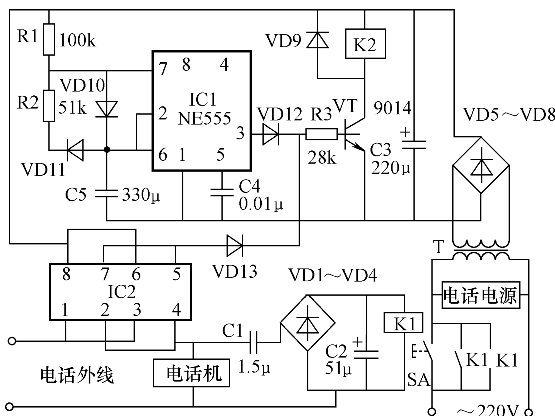


图14-6　无绳电话防盗打电路

295. 兴奋增强电路

用一只晶体管、一只变压器，另有电阻电容各一只。实质上这是一个直流交流变换器，它将3V直流电变成60～70V交变脉冲电压，用此电压来激励人体，达到兴奋、消除疲劳的目的。

如图14-7所示，用一只二芯插头引出高压，将两根线各焊在一块五分硬币大小的铜片上。使用时把两块铜片置在左、右太阳穴上即可。如果刺激太弱，可在铜片上滴一滴水。这就构成了兴奋增强电路。

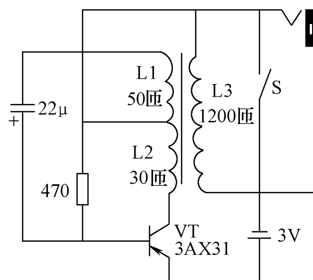


图14-7　学习工作兴奋增强电路

296. 巧用时间继电器电路

生产中有一台振打器，通电工作到设定时间自动停止工作。需要再次通电工作时，由操作人员复位电路。因为生产需要，现在要求振打器工作一定时间后再停同样时间，并在此状态下自动循环工作下去。

拆开振打控制器，设定时间继电器是 JS14A 型。该时间继电器采用 PF083A 通用插座安装。拔插维修非常方便。该时间继电器采用一片 CD4060 芯片及相关电阻、电容、电位器、继电器等组成时间控制电路。据电路板绘制出电路，所标元器件均为实测值。CD4060 是一片 14 位二进制串行计数，分频器和振荡器的 CMOS16 脚集成电路。

交流 220V 电压经 3W 小型变压器降压为 24V，VD1 ~ VD4 桥式整流、C1 滤波得到直流电压约 29V 供继电器工作使用；R1、R2、C2、VD7 组成 RC 滤波、稳压得到稳定的 12V 直流电压供 CD4060 使用。R4、R5、RP1、RP2、C3 与 CD4060 的⑨、⑩、⑪脚构成 RC 振荡器。通过调节 RP2 可以改变振荡频率。其振荡频率计算公式是 $f=1/2.2(R_{P2}+R_5)C_3$。假如在 CD4060 的⑪脚通上高电平，其内部振荡器将停振，即此时相关的输出脚将会保持住高电平输出状态。从图上看出，VD6 就是起“锁存”保持作用的，焊下 VD6 任意一脚，继电器即可实现停、开相同的设定时间并自动循环工作下去。CD4060 的⑫脚是清零脚。接高电平时 CD4060 复位，所有输出脚均为低电平。C4、R6 确保 CD4060 在通电开机时输出脚均为低电平。当电路工作时间达到设定时间时，CD4060 相应的输出脚输出高电平。经 R3 限流 VT1 饱和导通，K 吸合。由于 K 是感性负载，VD5 起保护 VT1 的作用。

CD4060 不同的输出脚，其输出高电平的时间间隔是倍数级关系。比如 Q12 设定输出时间是 1min，则 Q13 为 2min，Q14 为 4min。实例所用 JS14A 最大设定时间为 2min。可通过改变 C3 或 R5 或 RP2 来改变最大设定时间值，如图 14-8 所示。

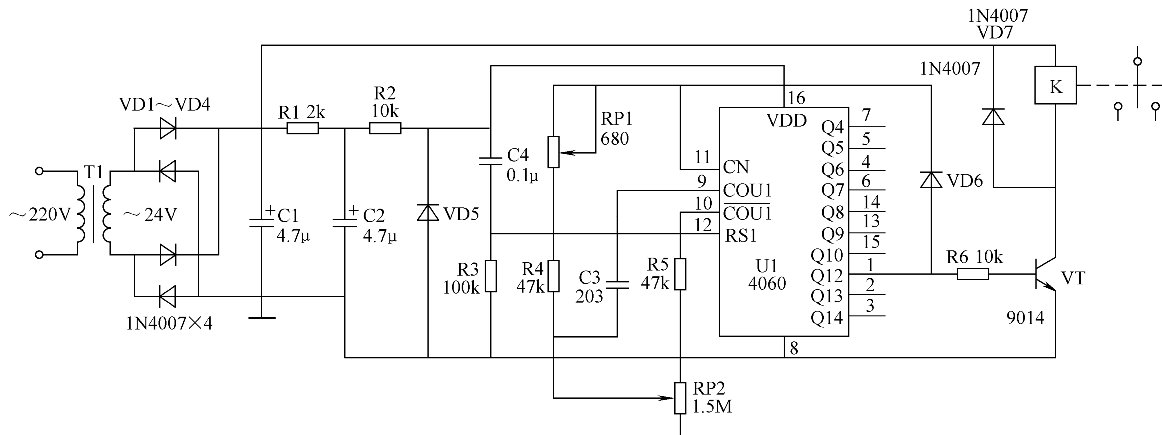


图 14-8 巧用时间继电器电路

297. 判断三相绕组法电路

三相电动机引出的六根接线头若分不清各相绕组的首尾，可以用下述简单方法来测试。

首先用 36V 低压灯做试灯，分出电动机每一相线圈的两个线端，然后两相线圈串接后通入 220V 电源，剩下的一相线圈两端接一 36V 的灯泡，如果灯泡发亮，则说明串联的两相是首尾相接；灯泡不亮，说明是首首相接，如图 14-9 所示。这时，将测出的两相线圈首尾做一标记，再按此方法将其中一相与原来接灯泡的一相线圈串联，另一相连接灯泡，再按上述方法即可分辨出三相电动机绕组的首尾。

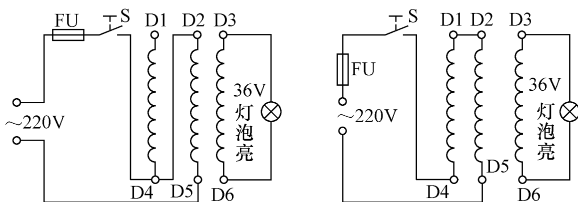


图 14-9　判断三相绕组法电路

298. 智力竞赛数字抢答电路

图 14-10 所示为抢答器原理图，图中将时基电路 555 的高电平触发端⑥脚和低电平触发端②脚相连，构成施密特触发器。若加在②脚和⑥脚上的电压超过 $2/3V_{CC}$，则③脚输出低电平；若加在②脚和⑥脚上的电压低于 $1/3V_{CC}$，则③脚输出高电平。当主持人按下开关 S，施密特触发器得电，因 4 个抢答键 SB1 ~ SB4 都没有按下，处于开路状态，晶闸管 VTH1 ~ VTH4 的控制端无触发脉冲，VT1 ~ VT4 处于阻断状态。

按下 SB1 ~ SB4 中一个，假如 SB1 最先被按下，作用于晶闸管 VTH1 的控制端，VTH1 导通，红色发光二极管 LED1 发光，+9V 电源通过 VL1 和 VT1 作用于 555 的②脚和⑥脚，②脚和⑥脚变为高电平，蜂鸣器 FB 得电发出提示音响。施密特触发器翻转，③脚输出低电平。因③脚输出为低电平，所以此后再按下

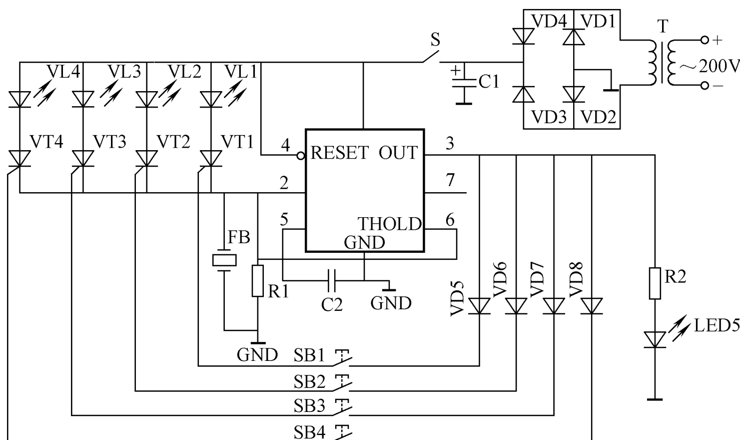


图 14-10　智力竞赛数字抢答电路

SB2 ~ SB4 时，也没有触发电压送入 VT2 ~ VT4 的门极，VT2 ~ VT4 维持关断状态，VL2 ~ VL4 不亮。VL1 独亮，说明按 SB1 键者抢先成功。

最后主持人将开关 S 打开，复位晶闸管，VL1 熄灭。进行下次抢答前，主持人重新闭合开关 S，抢答器又处于等待状态。为保证某一键最先按下后，相应的 VL 发光，而稍后再按其他键，其他的 VL 都不亮，电路特在输出端③脚和轻触开关之间增加了二极管 VD5 ~ VD8，以保证晶闸管可靠截止。

299. 两地施工单线联络脑筋急转弯电路

在某些生产过程中，需要两地的生产人员能传递简单的信息，以协调工作。如图 14-11 所示是用一根导线传递联络信号线

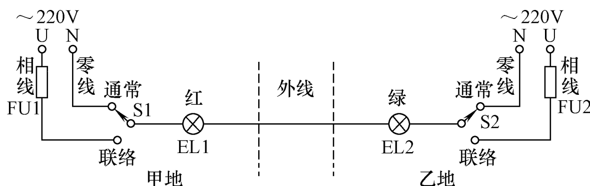


图 14-11　单线联络脑筋急转弯电路

路。两地各有红绿色信号灯，由双掷开关控制，红色信号灯装在甲地，绿色信号灯在乙地，当甲地向乙地发联络号时，拨动开关 S1，乙地的绿色信号灯亮，待乙地完成甲地所指示的任务后，乙地可把开关拨至联络位置，红色信号灯亮，通知甲地工作已完成。

300. 变压器改制电流发生器电路

电气人员须对任继电器等进行周期性过流或速断校验，必须使用电流发生器，利用电流表、变压器等可灵机一动，制作一个小型的电流发生器，经济快捷、方便实用。

电路如图 14-12 所示。用开关、调压器、变压器、电流表等制作而成。220V 电源加入调压器后，经调压变压器二次绕组电流从 0 ~ 40A，并连续可调，满足一般过流校验。

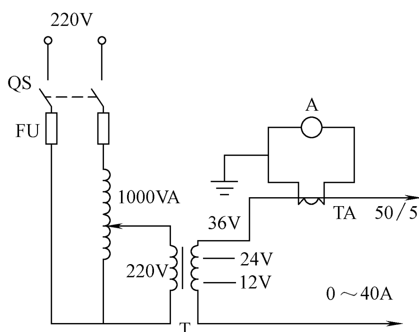


图 14-12　变压器改制电流发生器电路

参 考 文 献

［1］ 王俊峰．电子产品开发设计与制作［M］．北京：人民邮电出版社，2005．
［2］ 王俊峰．理工科学生怎样搞毕业设计［M］．北京：电子工业出版社，2004．
［3］ 王俊峰．机电一体化检测与控制技术［M］．北京：人民邮电出版社，2006．
［4］ 王俊峰．电工与电子技术实验教程［M］．郑州：黄河水利出版社，2001．
［5］ 王俊峰．现代遥控技术及应用［M］．北京：人民邮电出版社，2005．
［6］ 王俊峰．现代传感器应用技术［M］．北京：机械工业出版社，2006．
［7］ 王俊峰．学习电路图的方法与技巧［M］．北京：机械工业出版社，2007．
［8］ 王俊峰．学电工技术入门到成才［M］．北京：电子工业出版社，2007．
［9］ 王俊峰．电子产品的设计与制作工艺［M］．北京：北京理工大学出版社，1996．
［10］ 王俊峰．你问我答学电工［M］．北京：电子工业出版社，2007．
［11］ 王俊峰．电子制作的经验与技巧［M］．北京：机械工业出版社，2007．
［12］ 王俊峰．一天一个好电路［M］．北京：机械工业出版社，2008．
［13］ 王俊峰．精讲电气工程制图与识图［M］．北京：机械工业出版社，2008．
［14］ 王俊峰．怎样做一名合格的电工［M］．北京：机械工业出版社，2008．
［15］ 王俊峰．我与读者说电工［M］．郑州：河南科技出版社，2008．
［16］ 王俊峰．最新生活电路283例［M］．郑州：河南科技出版社，2008．
［17］ 王俊峰．家电坏了自己修［M］．北京：机械工业出版社，2008．
［18］ 王俊峰．学好电工技术495个问与答［M］．北京：机械工业出版社，2009．
［19］ 王俊峰．学电子技术入门到成才［M］．北京：机械工业出版社，2009．
［20］ 王俊峰．实用电路手册［M］．北京：机械工业出版社，2010．
［21］ 王俊峰．青少年电子制作入门到成才［M］．北京：机械工业出版社，2010．
［22］ 王俊峰．中国十大行业常用电路［M］．北京：机械工业出版社，2010．
［23］ 王俊峰．诗画学电工［M］．北京：机械工业出版社，2010．
［24］ 王俊峰．电工实用电路300例［M］．北京：机械工业出版社，2010．
［25］ 王俊峰．学电子元器件入门到成才［M］．北京：机械工业出版社，2010．
［26］ 王俊峰．学电工技术点点通［M］．北京：电子工业出版社，2009．
［27］ 王俊峰．怎样做一名合格的电工［M］．2版．北京：机械工业出版社，2010．
［28］ 王俊峰．从零开始学电工［M］．北京：机械工业出版社，2010．
［29］ 王俊峰．实用电路天天学［M］．北京：机械工业出版社，2010．

300例

DIANZI SHIYONG
DIANLU 300LI

例



策划：张俊红/封面设计：张静

地址：北京市百万庄大街22号
电话服务
社服务中心：(010)88361066
销售一部：(010)68326294
销售二部：(010)88379649
读者购书热线：(010)88379203

邮政编码：100037
网络服务
门户网：http://www.cmpbook.com
教材网：http://www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版

ISBN 978-7-111-31250-5

定价：19.00元